

Инженерная Школа Информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки Информационные системы и технологии
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование и реализация методов оценки и прогноза функционального состояния организма человека

УДК 004.422.6:004.62:616-07

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Коригов Исмаил Мусаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОИТ, ИШИТР	Гергет О.М.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП	Гончарова Н.А.	К.ЭКОНОМ.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООД ШБИП	Сечин А.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИТ ИШИТР	Савельев А.О.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные и общепрофессиональные компетенции	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации медицинских информационных систем.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием медицинских информационных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания медицинских информационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные медицинские информационные системы и технологии, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные (общекультурные) компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углублённый английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций,
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа Информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) Информационные системы и технологии
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерская диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ9М	Коригов Исмаил Мусаеви

Тема работы:

Исследование и реализация методов оценки и прогноза функционального состояния организма человека	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2021 г. № 36-81/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2021 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования являются информационные процессы, протекающие в организме человека. Расчет интегрального индекса для многомерных данных позволит повысить точности классификации состояний объекта исследования, где задача классификации и прогнозирования решена на основе технологии машинного обучения
--------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ предметной области, – поиск исходных данных, – выбор ПО, – предварительная обработка данных, – вычисление вегетационных индексов, расчет температуры поверхности, построение рельефа, – анализ результатов, – финансовый менеджмент, – социальная ответственность.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Гончарова Наталья Александровна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Когнитивные расстройства	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	21.01.2021 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОИТ, ИШИТР	Гергет Ольга Михайловна	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Коригов Исмаил Мусаевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа Информационных систем и технологий
Направление подготовки (специальность) Информационные системы и технологии
Уровень образования магистратура
Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2019	Анализ предметной области	10
28.02.2019	Выбор ПО, поиск и создание коллекции снимков	10
14.03.2019	Предварительная обработка исходных данных	10
01.05.2019	Проектирование модели нейронной сети	20
20.05.2019	Разработка приложения	15
26.05.2019	Анализ полученных результатов	15
03.06.2019	Финансовый менеджмент	10
03.06.2019	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОИТ, ИШИТР	Гергет Ольга Михайловна	Д.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИТ, ИШИТР	Савельев Алексей Олегович	К.Т.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ9М	Коригов Исмаил Мусаевич

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.02 Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
Работа с информацией представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	–
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка отчисления во внебюджетный фонды - 0,3. Ставка НДС 20%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Построить календарный график работ. Рассчитать смету затрат на выполнение НИ. Определить стоимость разработки НИ
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определить экономическую эффективность НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- «Портрет» потребителя результатов НТИ
- Сегментирование рынка
- График проведения и бюджет НТИ
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСТН ШБИП	Гончарова Н.А.	д.эконом.н.		22.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Коригов И.М.		22.02.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ9М	Коригов Исмаил Мусаевич

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление	09.04.02 Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

Исследование и реализация методов оценки и прогноза функционального состояния организма человека	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Результаты проведенного исследования могут применяться в медицинских учреждениях при оценке функционального состояния человека больного сахарным диабетом
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В качестве вредных и опасных факторов выделены: — отклонение показателей микроклимата; — превышение уровня шума на рабочем месте; — недостаточная освещенность рабочей зоны; — повышенный уровень электромагнитных излучений; — повышенное значение напряжения в электрической цепи; — Мероприятия по защите от вредных факторов согласно нормативным документам

3. Экологическая безопасность:	Рассмотрены негативно влияющие на экологию факторы при эксплуатации компьютера. – Рассмотрены меры по обеспечению экологической безопасности согласно нормативным документам.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС, которые могут возникнуть при работе в помещении офиса. – Способы защиты от пожара и ликвидация последствий.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООД ШБИП	Сечин А.А.	к.тех.н.		22.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Коригов И.М.		22.02.2021

РЕФЕРАТ

Отчет по производственной практике 84 с., 16 рис., 20 табл. 33 источника.

Ключевые слова: Сахарный диабет, функциональное состояние организма человека, медицинские анализы, когнитивные расстройства, степень, нейронная сеть, алгоритм, метод оценки функционального состояния человека больного сахарным диабетом.

Объектом исследования является сахарный диабет.

Целью работы является разработка метода оценки функционального состояния людей больных сахарным диабетом. Определение типа сахарного диабета, а также степени когнитивных расстройств.

В процессе исследования на основе данных медицинских анализов пациентов определялась тип сахарного диабета больного человека, а также его степень когнитивных расстройств.

Научную новизну и практическую значимость работы составляют результаты оценки динамики состояния территорий снежных отвалов в 2018 г. и влияния снежных отвалов на жилые дома, расположенные вблизи снежных отвалов.

Область применения: результаты данного исследования могут применяться в медицинских учреждениях, при диагностике пациента.

Работа выполнена с использованием набора данных медицинских анализов пациентов, с поставленным диагнозом о сахарном диабете, типе сахарного диабета, и выявленной степени когнитивных расстройств.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе применяются следующие сокращения и обозначения:

Гликемия – содержание глюкозы в крови

Лабильность – функциональная подвижность, скорость протекания элементарных циклов возбуждения в нервной и мышечной тканях.

Патогенетический – метод лечения, при котором воздействие направлено на подавление одних звеньев механизма развития болезненного процесса и усиление других, что способствует прекращению его развития в излечению.

Список сокращений:

НС – нейронная сеть;

IDE – среда разработки;

СД – сахарный диабет;

КН – когнитивные нарушения;

ЯП – язык программирования;

ООН – организация объединенных наций;

ВГ – вариабельность гликемии

Оглавление

1. Анализ предметной области	15
1.1. Актуальность	15
1.2. Сахарный диабет	15
1.3. Когнитивные нарушения.....	17
1.3.1. Общая информация	17
1.3.2. Причины.....	20
1.3.3. Вариабельность гликемии	22
1.3.4. Когнитивные нарушения при сахарном диабете	23
1.3.5. Диабет первого типа.....	24
1.3.6. Диабет второго типа	25
1.4. Выводы по разделу	27
2. Используемое программное обеспечение и инструменты.....	27
3. Набор данных, на которых проводится исследование.....	28
3.1. Подготовка данных	30
4. Проектирование архитектуры нейронной сети	30
4.1. Общая архитектура нейронной сети.....	30
4.2. Нейронная сеть для определения типа сахарного диабета.....	31
4.3. Нейронная сеть для определения степени когнитивных нарушений	31
5. Проектирования интерфейса приложения	32
6. Обучения нейронной сети	33
6.1. Обучение нейронной сети для определения типа сахарного диабета	33
6.2. Обучение нейронной сети для определения степени когнитивных нарушений	34
7. Разработка приложения	35
7.1. Диаграмма классов	35
7.2. Интерфейс	36
8. Результаты работы.....	38
8.1. Результаты классификации с помощью нейронной сети	38
8.2. Результаты работы приложения.....	39
9. Заключение	40
10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
10.1. Организация и планирование работ.....	41
10.2. Продолжительность этапов работ	42
10.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	43
10.4. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	46

10.5.	Расчет затрат на материалы	46
10.6.	Расчет заработной платы.....	47
10.7.	Расчеты затрат на социальный налог	49
10.8.	Расчет затрат на электроэнергию	49
10.9.	Расчеты амортизационных расходов	50
10.10.	Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)	51
10.11.	Расчет прочих расходов.....	52
10.12.	Расчет общей себестоимости разработки.....	52
10.13.	Расчет прибыли	52
10.14.	Расчет НДС	53
10.15.	Цена разработки ВКР	53
10.16.	Оценка экономической эффективности проекта	53
10.17.	Оценка научно-технического уровня НИР	54
11.	Социальная ответственность.....	57
11.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57
11.2.	Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ	58
11.3.	Производственная безопасность	60
11.4.	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования ..	61
11.4.1.	Отклонение показателей микроклимата	61
11.4.2.	Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	63
11.4.3.	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	64
11.4.4.	Повышенная напряженность в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	65
11.5.	Экологическая безопасность.....	67
11.5.1.	Негативно влияющие на экологию факторы при эксплуатации компьютера.....	67
11.5.2.	Меры по обеспечению экологической безопасности	67
11.6.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	68
11.6.1.	Перечень вероятных ЧС, которые могут возникнуть при работе в помещении офиса ..	68
11.6.2.	Способы защиты от пожара и ликвидации последствий	69
11.7.	Выводы по разделу	70
12.	Заключение	71

Введение

К сожалению, в современном мире существуют множество болезней, несущих за собой тяжелые последствия, одни могут нанести тяжелую травму, в то время как другие перерасти в еще более тяжелую форму либо вовсе нарушать работу организма и вредить функциональному состоянию организма в целом. Так, при заболевании сахарным диабетом возникает риск нарушения когнитивных функций человека.

Актуальность – каждый год, 14 ноября отмечается всемирный день борьбы с сахарным диабетом. Данный день отмечается не только в России, но и во всем мире. Ведь наблюдая распространенность заболевания нельзя не задуматься об этом, а учитывая угрожающие масштабы и вероятные последствия то можно понять, насколько угрожающе данное явление. 108 млн. человек, такое количество больных на считывалось в мире в 1980 году, уже к 2014 году количество значительно возросло и составляло уже 422 млн. больных человек в мире. Только среди взрослых доля больных составляла 4,7% от общего населения. Спустя лишь два года, к 2016 году доля стала равной 8,5%.

С 2010 по 2019 год, в России впервые выявленные случаи сахарного диабета возросли на 23%, количество диагностированного сахарного диабета среди детей возросло 5,3%, в то время как среди взрослых та же цифра составила 4,7%, эти показатели были на начало 2019 года. В начале следующего года зарегистрировано 5,1 млн заболеваний среди взрослых.

Объектом исследования является сахарный диабет.

Предметом исследования является тип сахарного диабета, а также степень когнитивных расстройств у людей больных сахарным диабетом.

Цель работы – Разработка метода оценки функционального состояния людей больных сахарным диабетом. Определение типа сахарного диабета, а также степени когнитивных расстройств.

Задачи:

1. Анализ предметной области

2. Выбор технологий
3. Проектирование архитектуры нейронной сети
4. Проектирование приложения
5. Разработка нейронной сети
6. Разработка приложения

Научную новизну и практическую значимость работы составляют результаты исследования методов оценки функционального состояния организма человека.

Полученные результаты могут применяться в медицинских учреждениях.

1. Анализ предметной области

1.1.Актуальность

Международная федерация диабета, а также всемирная организация здравоохранения, в день рождения Фредерика Бантинга, который наряду с Чарльзом Бестом сыграли крайне важную роль в открытии удостоенном нобелевской премии 1923 году, открытие инсулина в 1922 году, данные организации учредили всемирный день борьбы с сахарным диабетом, так 14 ноября отмечается во всем мире, и Россия не стала исключением.

14 ноября, день в который страны стремятся осведомить людей о сахарном диабете, этот день объединяет сообщества 142 стран.

Проблема сахарного диабета не могла быть не замеченной и Организацией объединённых наций, которая в 2006 году приняла резолюцию, призывающую все страны, к совместной борьбе с болезнью которая стала первой неинфекционным заболеванием, по причине которого ООН пошла на подобные меры. ООН призвала создавать программы по предупреждению, лечению и профилактике сахарно диабета и включить их в состав государственных программ по здравоохранению».[1]

1.2.Сахарный диабет

Сахарный диабет – заболевания при котором организму не хватает инсулина, от чего в крови повышается уровень сахара.

Сахарный диабет подразделяют на определённые виды, чаще всего разделяют на типа, которые встречаются чаще всего.

- Сахарный диабет первого типа – в организме вырабатывается недостаточно инсулина. Больные диабетом 1 типа нуждаются в постоянных инъекциях инсулина. Болезнь часто бывает врожденной. Она проявляется у молодых людей в возрасте до 30 лет. Заболевание встречается в 10%–15% случаев. Диабет 1 типа встречается не так часто, как второго.

- Сахарный диабет второго типа – инсулин вырабатывается, но блокируется гормонами жировой ткани. Диабет 2 типа развивается постепенно. Заболевание характерно для людей старше 40 лет.

Основные симптомы:

- Ухудшение зрения.
- Возникновение жажды(постоянной)
- Чувство голода, которое не проходит даже после приема пищи.
- Частое мочеиспускание.
- Беспричинная усталость.
- Онемение в конечностях.
- Раны могут не заживать по долгу.

Профилактика диабета – Сократить риск возникновения диабета или либо, либо заболевание может быть отсрочено, для этого необходимо вести физически активную жизнь, питаться здоровой пищей, и поддерживать здоровый вес тела, воздержание от табака так же рекомендуется.

Диагностика сахарного диабета – Существуют различные лабораторные и инструментальные методы для определения или подтверждения болезни специалистом.

- Содержание глюкозы в крови — определение гликемии натощак;
- Тест толерантности к глюкозе — определение отношения тощачовой гликемии к этому показателю по происшествии двух часов после приема углеводных компонентов (глюкозы);
- Гликемический профиль — исследование цифр гликемии несколько раз на протяжении суток. Выполняется для оценки эффективности лечения;
- Общий анализ мочи с определением уровня глюкозы в моче (глюкозурии), белка (протеинурии), лейкоцитов;
- Исследование мочи на содержание ацетона — при подозрении на кетоацидоз;

- Анализ крови на концентрацию гликозилированного гемоглобина — указывает на степень нарушений, которые вызваны диабетом;
- Биохимический анализ крови — исследование печеночно-почечных проб, что указывает на адекватность функционирования этих органов на фоне диабета;
- Исследование электролитного состава крови — показано при развитии тяжелых форм диабета;
- Проба Реберга — показывает степень поражения почек при диабете;
- Определение уровня эндогенного инсулина в крови;
- Исследование глазного дна;
- Ультразвуковое исследование брюшных органов, сердца и почек;
- ЭКГ — для оценки степени диабетического поражения миокарда;
- Ультразвуковая доплерография, капилляроскопия, реовазография сосудов нижних конечностей — оценивает степень сосудистых нарушений при диабете.

1.3. Когнитивные нарушения

1.3.1. Общая информация

В конце двадцатого века все больше внимания привлекала проблема когнитивных нарушений человека, с раскрытием новых патогенетических механизмов нарушения когнитивных функций, на основе которых разрабатывались подходы к восстановлению нейронов мозга человека, а также ростом количества страдающих данной проблемой людей среди старческого и пожилого возрастов, резкое увеличение выживаемости больных инфарктом миокарда и инсультом[1-3], значительно увеличилась актуальность проблемы нарушений когнитивных функций головного мозга.

Когнитивные функции – это сложнейшие функции головного мозга, с их помощью происходит процесс рационального познания мира и взаимодействие с окружающей средой. К когнитивным функциям относят: восприятие (гнозис) – способность различать, и воспринимать информацию получаемой от различных органов чувств; память -фиксация, сохранение, и воспроизведение информации в нужный момент; праксис - умение планировать и выполнять сложные двигательные действия; речь – возможность выражать мысли словами; мышление (интеллект) - способность анализировать информацию, выявлять сходства и различия, делать суждения и выводы; внимание - умение поддерживать оптимальный уровень умственной деятельности для умственной деятельности. Когнитивные нарушения могут быть разной степени тяжести: легкой, средней, тяжелой (деменция).

- Легкая степень – не явные нарушения, человек здоров, но наблюдаются снижение концентрации в определенной степени, снижение умственной работоспособности, снижение способности запоминать.
- Умеренная степень – периодические потери во времени и пространстве. Относительное уменьшение основной памяти.
- Тяжелая степень (Деменция) – различные степени нарушений памяти и интеллекта

Самая тяжелая форма когнитивной дисфункции - деменция. Деменция — это синдром, обычно хронический или прогрессирующий, при котором когнитивная функция (то есть способность думать) ухудшается в большей степени, чем ожидается при нормальном старении. Происходит деградация памяти, мышления, понимания, речи и способности ориентироваться, считать, познавать и рассуждать. Деменция не влияет на сознание. Нарушение когнитивной функции часто сопровождается, а иногда и предшествует ухудшению контроля над эмоциональным состоянием, а также деградации социального поведения или мотивации. В последние десятилетия интерес к

деменции значительно возрос в связи со значительным увеличением числа пациентов с этой патологией, которая в настоящее время заменяет рак с точки зрения социально-экономического бремени [4]. Сегодня в мире 35,6 миллиона человек страдают деменцией. Ежегодно у 7,7 млн человек впервые возникает это заболевание [5–9]. Согласно популяционным исследованиям, проведенным в европейских странах, деменцией страдают примерно 5% населения в возрасте до 65 лет и 25% населения в возрасте до 85 лет [10, 11]. В США в 2015 году, согласно статистике, каждый девятый американец в возрасте 65 лет и старше страдал болезнью Альцгеймера, а каждый третий умерший пожилой человек имел признаки деменции [12]. В целом в США 14,7% людей старше 70 лет страдают деменцией [12]. В Украине, согласно официальной статистике Минздрава, в 2016 году было зарегистрировано более 20 тысяч пациентов с различными формами деменции. Однако это только верхушка айсберга. Большинство пожилых людей в нашей стране, страдающих различными формами деменции, не обращаются за медицинской помощью и остаются наедине со своей болезнью или со своими близкими. По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), к 2050 году число пациентов с деменцией утроится и достигнет 115,4 миллиона. 70% из этого количества составят жители развивающихся стран [5, 6]. Деменция ложится тяжелым экономическим бременем на общество. Только в США ежегодно на лечение и реабилитацию пациентов с деменцией тратится от 150 до 215 миллиардов долларов, что составляет 1% валового внутреннего продукта [13]. Это больше, чем для лечения сердечных заболеваний или рака. Стоимость лечения и ухода за одним пациентом в США колеблется от 18,5 до 27 тысяч долларов в год [14]. О важности этой проблемы свидетельствует тот факт, что в январе 2011 года Европарламент одобрил Европейскую инициативу по деменции. На исследования деменции Евросоюз выделил 159 миллионов евро, а Национальный институт здоровья США - 480 миллионов долларов. В 2017 году США выделили около 1 миллиарда долларов на исследования деменции [15].

Заболевания и травмы могут приводить к слабоумию, за тем может последовать повреждение головного мозга, к примеру болезнь Альцгеймера или инсульт.

Деменция является одной из основных причин инвалидности и зависимости пожилых людей в мире. Деменция может стать проблемой не только для больного, но и для его семьи, для лиц осуществляющих уход за больным, влияние больного на окружение может быть различного характера:

- Физическое
- Психологическое
- Социальное
- Экономическое
- и т.д.

1.3.2. Причины

Старость - основная причина нарушений когнитивной функции. Результаты масштабных эпидемиологических исследований показали, что три четверти пожилых людей жалуются на ухудшение памяти, внимания и других психических функций. Из-за изменений в головном мозге, со возрастом нарушение когнитивных функций увеличивается, чем и объясняется высокая распространённость данного заболевания, естественным образом развивающееся с возрастом. Итак, каждый год по прошествии 50 лет количество нейронов, их дендритов, синапсов, рецепторов уменьшается, а также происходит потеря глиальных элементов. В результате происходит уменьшение объема головного мозга (прежде всего лобной, височной доли, глубоких областей), снижение уровня обмена веществ и церебральной перфузии. С возрастом в головном мозге снижается содержание основных нейромедиаторов (дофамина, норадреналина, ацетилхолина), играющих важную роль в сохранении когнитивных функций. Таким образом, нормальное старение сопровождается снижением когнитивных функций. Возрастные изменения когнитивной дисфункции характеризуются снижением

скорости реакции (брадифрения), затруднением концентрации внимания на длительное время (утомляемость), снижением рабочей памяти (трудности в обучении), затруднением изменения программы действий (интеллектуальная «ригидность»), постепенное развитие когнитивных нарушений, нарушение хотя бы в одной из сфер (память, внимание, мышление, речь, зрительно-пространственные функции).

Однако если когнитивные нарушения у людей пожилого возраста идут прогрессивно и достигают выраженного характера, то причина может быть в ином, к примеру неврологическая или соматическая патология, которая может вызвать когнитивные нарушения, или тяжелых психических расстройств в форме депрессии, беспокойства, бреда. Так как когнитивные функции и интегративная работа мозга в целом связаны, когнитивные нарушения развиваются естественным образом в широком спектре диффузных и очаговых поражений мозга.

Наиболее частыми неврологическими заболеваниями, сопровождающимися когнитивными нарушениями, являются сосудистые заболевания головного мозга (церебральный инсульт-ИМ, хроническая церебральная ишемия), рассеянный склероз, болезнь Паркинсона, болезнь Коновалова-Вильсона, хорея Хантингтона, мультисистемная дегенерация, эпилепсия, черепно-мозговые травмы, алкогольная энцефалопатия и др. Соматическая патология (эндокринная патология, хроническая почечная или печеночная недостаточность) часто бывает когнитивных нарушений. Длительные болевые синдромы, тревога, депрессивные расстройства, стресс от госпитализации, особенно с патологическими установками, дезадаптация с низкими адаптивными возможностями, переутомление, дискомфортная обстановка в больнице также могут привести к развитию когнитивных нарушений.

Ряд лекарственных средств, таких как седативные и снотворные (производные бензодиазепина, барбитураты), анальгетики, психотропные, сердечные (сердечные гликозиды, гипотензивные средства - β -блокаторы),

противоопухолевые препараты, противосудорожные средства, холинолитики, противопаркинсонические средства, кортикостероиды до деменции.

В некоторых случаях когнитивные нарушения выступают как самостоятельное заболевание, но часто они включаются в структуру других недугов.

Нарушение когнитивных функций бывает временного(обратимого) характера, либо хронического(необратимого) характера. К таким когнитивным нарушениям относятся нарушения, возникающие на фоне дисметаболических процессов (гипотиреоз, дефицит витамина B12 и фолиевой кислоты, печеночная, почечная недостаточность, хроническая гипоксия, злоупотребление алкоголем, психоактивными препаратами и др.), Нормотензивная гидроцефалия, тревожно-депрессивные расстройства. Учитывая то что количество заболеваний сопровождающихся когнитивной дисфункцией значительное, проблема когнитивных нарушений находится не только в сфере интересов неврологов, психиатров, но и в сфере деятельности кардиологов, терапевтов, семейных врачей.

1.3.3. Вариабельность гликемии

Сахарный диабет является одним из самых распространенных заболеваний, причиной которых является изменения уровня гликемии, соответственно главной задачей при лечении сахарного диабета является поддержание уровня сахара в крови на уровне близком к нормальному. В случае если уровень гликемии превышает уровень целевых значений, то возникает риск макро/микрососудистых заболеваний.

Понятие вариабельность гликемии обозначает колебание глюкозы в крови, в течении суток, между минимальным и максимальным значениями. На протяжении суток происходит замер глюкозы.

1.3.4. Когнитивные нарушения при сахарном диабете

Население мира стареет, а заболеваемость нейродегенеративными заболеваниями, связанными с возрастом, увеличивается. Сахарный диабет (диабет) связан с когнитивными изменениями и повышенным риском сосудистой деменции и болезни Альцгеймера. Число людей с диагнозом диабет во всем мире составляет примерно 422 миллиона человек. Когнитивная дисфункция у людей с диабетом может быть результатом взаимодействия между врожденными метаболическими нарушениями, такими как гипергликемия, гиперинсулинемия, а также микро- и макрососудистыми осложнениями, в дополнение к гипертонии, дислипидемии, депрессии и ожирению. Точные механизмы, участвующие в дегенеративных заболеваниях у пациентов с диабетом, неизвестны и до конца не изучены; таким образом, они считаются достаточно сложными и динамичными.

Некоторые исследования показывают худшие результаты когнитивных тестов у пациентов с диабетом, чем у людей без диабета, с дефицитом в нескольких областях, особенно в исполнительной функции, памяти, скорости психомоторного развития и внимании. Систематический обзор, который включал исследования случай-контроль и популяционные исследования, показал, что риск общей когнитивной дисфункции был повышен у людей с диабетом в пяти из семи когорт. Кроме того, связь снижения когнитивных функций в одной или нескольких областях была отмечена в 13 из 20 поперечных исследований и в пяти из семи продольных исследований, включенных в этот обзор. Согласно Berg et al., Связь между диабетом и когнитивными функциями различалась в зависимости от домена; на скорость обработки данных существенно повлияло 63% исследований; внимание, в 50%; память - в 44%; когнитивная гибкость - у 38%; один язык - 33% и общий интеллект - 31%. Эти функции особенно важны, потому что они включают такие формы поведения, как решение проблем, суждение и изменение привычек. Все эти функции важны при назначении сложных задач, таких как согласование дозы инсулина с содержанием углеводов, распознавание и

лечение гипогликемии и гипергликемии, прогнозирование влияние физической активности на уровень глюкозы.

1.3.5. Диабет первого типа

Когнитивная дисфункция у пациентов с сахарным диабетом была впервые отмечена в 1922 году, когда у пациентов с диабетом, которые «не страдали ацидозом, но обычно не отсутствовали сахара», были отмечены нарушения памяти и внимания при когнитивном тестировании по сравнению с контрольной группой. С тех пор было проведено множество исследований, призванных лучше определить масштабы и масштабы когнитивной дисфункции при диабете. Наиболее частыми когнитивными нарушениями, выявляемыми у пациентов с диабетом 1 типа, являются снижение скорости обработки информации и ухудшение психомоторной эффективности. Однако были отмечены и другие недостатки, в том числе недостаточность скорости движения, словарного запаса, общего интеллекта, внимания к зрительному построению, соматосенсорного исследования, двигательной силы, памяти и исполнительной функции. Гликемический контроль, по-видимому, играет роль в когнитивных способностях у пациентов с диабетом 1 типа. Такие функции, как психомоторная эффективность, скорость моторики, внимание, вербальный IQ, память и академическая успеваемость, улучшаются за счет лучшего гликемического контроля. В частности, 18-летнее наблюдение в рамках исследования по контролю диабета и его осложнениям (DCCT) показало, что пациенты с сахарным диабетом 1 типа со средневзвешенным по времени средним гликированным гемоглобином (HbA1c) менее 7,4% значительно лучше справлялись с тестами на скорость моторики. и психомоторная эффективность, чем у тех испытуемых, у которых средневзвешенный по времени HbA1c был больше 8,8. Кроме того, замедление всех когнитивных функций, увеличение количества ошибок умственного вычитания, потеря торможения и внимания, нарушение скорости обработки информации, снижение внимания и нарушение рабочей памяти были

отмечены во время острой гипергликемии у пациентов с типом 1 и типом. 2 сахарный диабет.

Резюме когнитивных доменов, на которые сахарный диабет 1 типа оказывает негативное влияние

Замедление обработки информации

- Психомоторная эффективность
- Внимание
- Объем памяти
- Обучение
- Решение проблем
- Словарь
- Общий интеллект
- Визуоконструкция
- Визуальное восприятие
- Соматосенсорное обследование
- Моторная сила
- Психическая гибкость
- Исполнительная функция

1.3.6. Диабет второго типа

У пациентов с сахарным диабетом 2 типа также обнаружены когнитивные нарушения. Диабет 2 типа связан со снижением психомоторной скорости, лобной доли / исполнительной функции, словесной запоминания, скорости обработки данных, сложных двигательных функций, рабочей памяти, немедленного вспоминания, отложенного отзыва, вербальной беглости, удержания зрения и внимания. Влияние этих тонких нейрокогнитивных нарушений на повседневную жизнь пациентов с диабетом 2 типа неясно. Sinclair et al. обнаружили, что испытуемые с минимальными оценками на экзамене по психическому статусу менее 23 показали худшие результаты по критериям самообслуживания и способности выполнять

повседневную деятельность. Эти субъекты также продемонстрировали повышенную потребность в личном уходе и повышенную частоту госпитализаций по сравнению с контрольной группой. Было обнаружено, что пациенты с диабетом также имеют более низкую скорость ходьбы, нарушение равновесия и учащение падений, связанных с диабетом 2 типа, но вопрос о том, способствовали ли церебральные эффекты диабета этим отклонениям, остается спорным. Воздействие легкой нейрокогнитивной дисфункции, вторичной по отношению к диабету, на повседневную жизнь осложняется тем наблюдением, что пациенты с диабетом в два раза чаще страдают депрессией, что также отрицательно влияет на когнитивные функции и повседневную активность. Пациенты типа 2 также имеют повышенную заболеваемость болезнью Альцгеймера и повышенную частоту сосудистой деменции. Недавно Bruce et al. обнаружили, что 17,5% пожилых пациентов с диабетом 2 типа имели умеренный или тяжелый дефицит повседневной активности, 11,3% имели когнитивные нарушения и 14,2% страдали депрессией.

Сводка когнитивных доменов, на которые сахарный диабет 2 типа оказывает негативное влияние:

Память - словесная память, визуальное запоминание, рабочая память, немедленный вызов, отложенный вызов.

- Психомоторная скорость
- Исполнительная функция
- Скорость обработки
- Сложная двигательная функция
- Свободное владение речью
- Внимание
- Депрессия

1.4.Выводы по разделу

В результате анализа предметной области для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- анализ информации по данной теме;
- выбор ПО;
- предварительная обработка данных;
- проектирование модели нейронной сети;
- проектирование приложения для демонстрации работы нейронной сети;
- обучение модели нейронной сети;
- разработка приложения для демонстрации работы нейронной сети;
- анализ результатов;

2. Используемое программное обеспечение и инструменты

Для выполнения поставленных задач необходим инструментарий позволяющий создавать и анализировать модели нейронных сетей, а также проектировать интерфейс.

Python – язык программирования наиболее часто встречающийся при работе с нейронными сетями.

Spyder – python IDE, профессиональная среда для разработки на языке python

Tensorflow – наиболее распространенная библиотека языка программирования python, предназначенная для работы с нейронными сетями

Keras – составная часть библиотеки Tensorflow.

Pandas – библиотека python предназначенная для работы с данными.

Wxpython – библиотека python предназначенная для разработки интерфейсов приложений.

Figma – веб сервис предназначенный для проектирования макетов интерфейсов приложений.

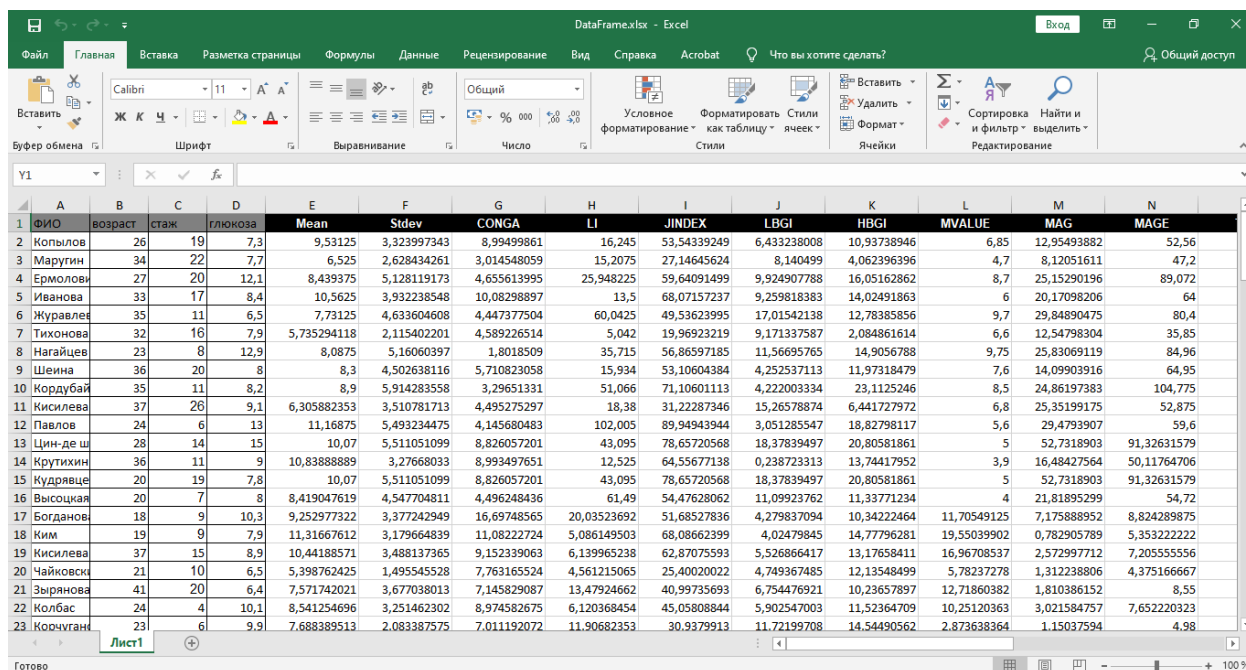
Анализ результатов выполнялось при помощи ПО Microsoft Excel – программный инструмент, электронная таблица для обработки данных и представления их в табличном виде. Пояснительная записка оформлена с использованием

3. Набор данных, на которых проводится исследование

В качестве обучающей выборки взяты анализы медицинских данных пациентов больных сахарным диабетом. Данные представлены в виде таблицы MS Excel.

Выбор показателей используемых при обучении нейронной сети осуществлялся с помощью экспертной оценки, было проведена встреча с компетентным человеком, и на основе рекомендаций полученных в ходе встречи отобраны показатели наиболее качественно влияющие на результат.

Из полученного набора данных были убраны строки, в которых присутствовали пустые ячейки. Убраны строки, в которых показатели имели большое отклонение от среднего значения.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	ФИО	возраст	стаж	глюкоза	Mean	Stdev	CONGA	LI	JINDEX	LBGI	HBGI	MVALUE	MAG	MAGE
1	Копылов	26	19	7,3	9,53125	3,323997343	8,99499861	16,245	53,54339249	6,433238008	10,93738946	6,85	12,95493882	52,56
2	Марутин	34	22	7,7	6,525	2,628434261	3,014548059	15,2075	27,14645624	8,140499	4,062396396	4,7	8,12051611	47,2
3	Ермолов	27	20	12,1	8,439375	5,128119173	4,655613995	25,948225	59,64091499	9,924907788	16,05162862	8,7	25,15290196	89,072
4	Иванова	33	17	8,4	10,5625	3,932238548	10,08298897	13,5	68,07157237	9,259818383	14,02491863	6	20,17098206	64
5	Журавлев	35	11	6,5	7,73125	4,633604608	4,447377504	60,0425	49,53623995	17,01542138	12,78385856	9,7	29,84890475	80,4
6	Тихонова	32	16	7,9	5,735294118	2,115402201	4,589226514	5,042	19,96923219	9,171337587	2,084861614	6,6	12,54798304	35,85
7	Нагайцев	23	8	12,9	8,0875	5,16060397	1,8018509	35,715	56,86597185	11,56695765	14,9056788	9,75	25,83069119	84,96
8	Шеина	36	20	8	8,3	4,502638116	5,710823058	15,934	53,10604384	4,252537113	11,97318479	7,6	14,09903916	64,95
9	Кордубай	35	11	8,2	8,9	5,914283558	3,29651331	51,066	71,10601113	4,222003334	23,1125246	8,5	24,86197383	104,775
10	Кисилева	37	26	9,1	6,305882353	3,510781713	4,495275297	18,38	31,22287346	15,26578874	6,441727972	6,8	25,35199175	52,875
11	Павлов	24	6	13	11,16875	5,493234475	4,145680483	102,005	89,94943944	3,051285547	18,82798117	5,6	29,4793907	59,6
12	Цин-де ш	28	14	15	10,07	5,511051099	8,826057201	43,095	78,65720568	18,37839497	20,80581861	5	52,7318903	91,32631579
13	Крутихин	36	11	9	10,83888889	3,27668033	8,993497651	12,525	64,55677138	0,238723313	13,74417952	3,9	16,48427564	50,11764706
14	Кудрявцев	20	19	7,8	10,07	5,511051099	8,826057201	43,095	78,65720568	18,37839497	20,80581861	5	52,7318903	91,32631579
15	Высоцкий	20	7	8	8,419047619	4,547704811	4,496248436	61,49	54,47628062	11,09923762	11,33771234	4	21,81895299	54,72
16	Богданов	18	9	10,3	9,252977322	3,377242949	16,69748565	20,03523692	51,68527836	4,279837094	10,34222464	11,70549125	7,175888952	8,824289875
17	Ким	19	9	7,9	11,31667612	3,179664839	11,08222724	5,086149503	68,08662399	4,02479845	14,77796281	19,55039902	0,782905789	5,353222222
18	Кисилева	37	15	8,9	10,44188571	3,488137365	9,152339063	6,139965238	62,87075593	5,526866417	13,17658411	16,96708537	2,572997712	7,205555556
19	Чайковский	21	10	6,5	5,398762425	1,495545528	7,763165524	4,561215065	25,40020022	4,749367485	12,13548499	5,78237278	1,312238806	4,375166667
20	Зырянова	41	20	6,4	7,571742021	3,677038013	7,145829087	13,47924662	40,99735693	6,754476921	10,23657897	12,71860382	1,810386152	8,55
21	Колбас	24	4	10,1	8,541254696	3,251462302	8,974582875	6,120368454	45,05808844	5,902547003	11,52364709	10,25120363	3,021584757	7,652220323
22	Коштан	23	6	9,9	7,688389513	2,083387575	7,011192072	11,90682353	30,9379913	11,72199708	14,54490562	2,873638364	1,15037594	4,98

Рисунок 1 – набор медицинских анализов пациентов

На рисунке 1 представлен подготовленный набор данных.

Набор показателей содержит показатели общего характера, такие как:

- Возраст – количество прожитых лет
- Стаж – время на протяжении, которого пациент болен
- Глюкоза – углевод, необходимый для обеспечения энергией всех клеток организма, сахар является источником глюкозы
- Гемоглобин (HbA1c) – белок, переносящий по организму железо

Показатели вариабельности гликемии:

- Mean – среднее значение глюкозы
- Stdev – стандартное отклонение уровня глюкозы
- CONGA – индекс длительности повышения гликемии
- LI – индекс лабильности гликемии
- JINDEX – индекса́тор качества контроля гликемии
- LBGI – индекс риска гипогликемии
- HBGI – индекс риска гипергликемии
- MVALUE – среднее значение гликемии
- MAG – среднее абсолютное значение глюкозы
- MAGE – средняя амплитуда колебания гликемии
- TIR – время нахождения в диапазоне целевых значений гликемии

Показатели головного мозга:

NAA – Na-ацетиласпартат, аминокислота содержащаяся в большом количестве в головном мозге

Cr – креатин

Cho – холин

В работе использовались показатели отношения данных показателей, содержания их в полушариях головного мозга:

- NAA/Cr слева
- Naa/Cr справа
- NAA/Cho слева

- Naa/Cho справа
- Cho/Cr слева
- Cho/Cr справа

3.1. Подготовка данных

Из 147 строк данных были исключены строки с высоким отклонением от среднего значения. Так же были исключены строки, в которых присутствовали не все данные, так в ходе работы использовалось 86 строк с 21 показателем.

4. Проектирование архитектуры нейронной сети

4.1. Общая архитектура нейронной сети

Алгоритм представляет собой две линейно связанных нейронных сетей, в которых первая нейронная сеть определяет к какой группе отнести сахарный диабет, затем на вторую модель передается новый набор данных, дополненный информацией о типе сахарного диабета полученной с первой модели нейронной сети.

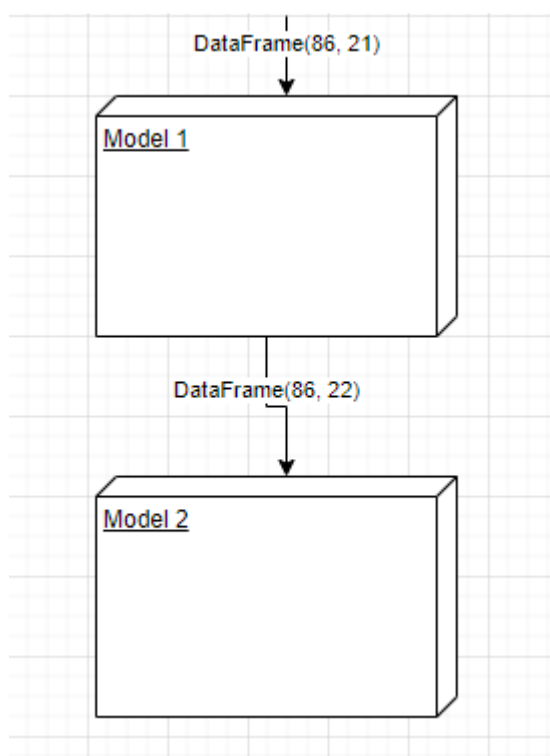


Рисунок 2 – общая архитектура нейронной сети

4.2. Нейронная сеть для определения типа сахарного диабета

Задача определения типа сахарного диабета относится к задаче бинарной классификации ввиду того, что рассматривается два типа сахарного диабета, а следовательно, в качестве функции потерь взята – «binary crossentropy»

Слой	Количество параметров на входе	Количество нейронов	Функция активации
1	21	21	relu
2	-	11	relu
3	-	1	sigmoid

Таблица 1 – структура нейронной сети 1

4.3. Нейронная сеть для определения степени когнитивных нарушений

Задача определения степени когнитивных расстройств относится к задаче необходимо отнести пациента к одной из четырех степеней когнитивных расстройств, в качестве функции потерь взята – «categorical crossentropy»

Слой	Количество параметров на входе	Количество нейронов	Функция активации
1	22	22	relu
2	-	11	relu
3	-	4	sigmoid

Таблица 2 – структура нейронной сети 2

5. Проектирования интерфейса приложения

Приложение представляет собой главное окно, на которое выводятся анализы пациентов, а также результат работы нейронной сети. В верхней панели меню пользователь может открыть файл с имеющимися данными для определения типа сахарного диабета и степени когнитивных расстройств, справа располагается панель навигации, через которую пользователь может сохранить полученные данные в отдельном документе MS Excel, очистить таблицу, прочесть небольшое объяснение того, как работает приложение, а также добавить пациента.

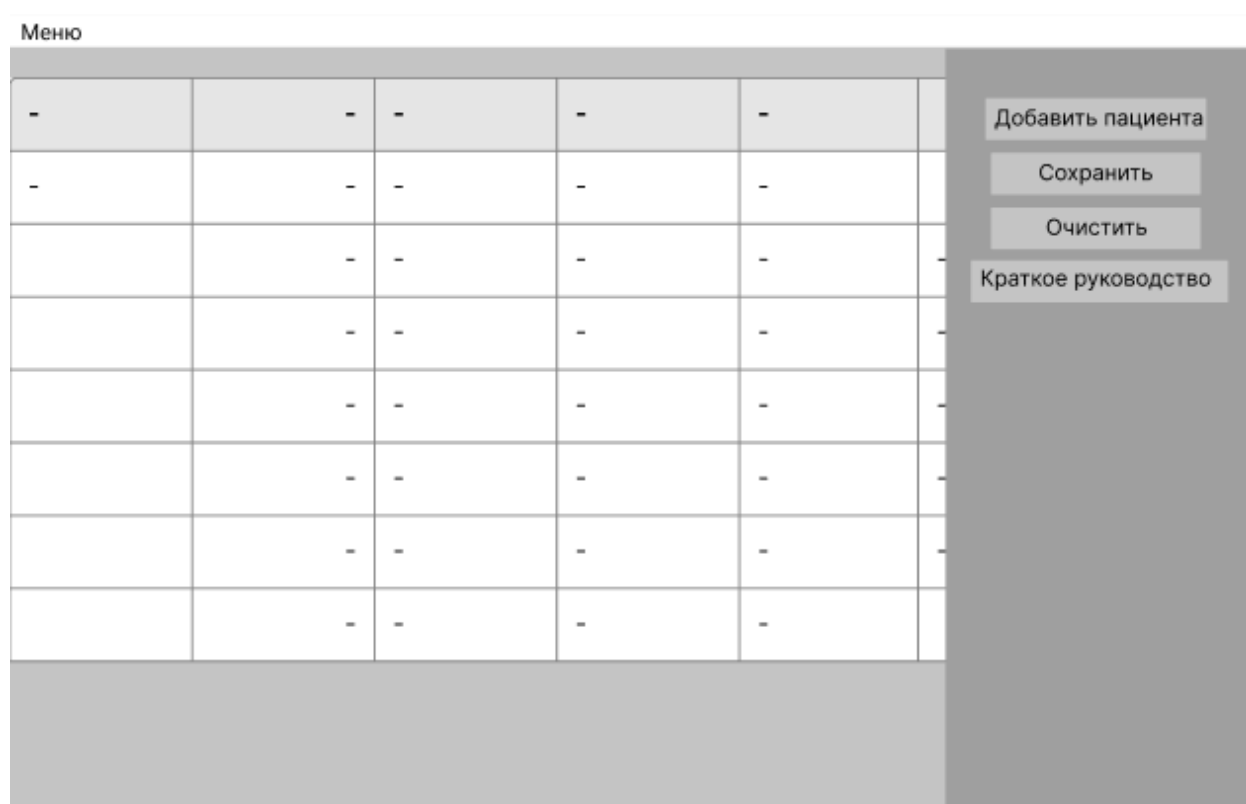


Рисунок 3 – макет главного окна приложения

При нажатии на – «Добавить пациента» пользователю предлагается ввести медицинские анализы необходимые для работы нейронной сети, после его нажав на кнопку – «Добавить пациента» находящейся внизу окна, получить результаты которые будут представлены в общей таблице на главном окне.

Меню

-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	

Добавить пациента

Рисунок 4 – макет окна добавления пациента

6. Обучения нейронной сети

6.1.Обучение нейронной сети для определения типа сахарного диабета

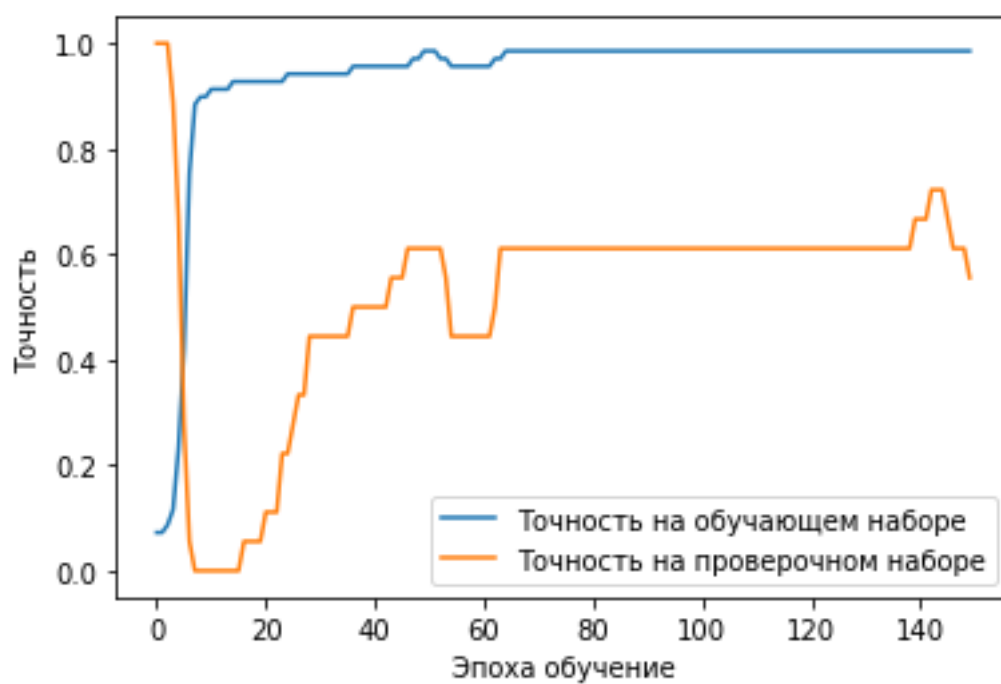


Рисунок 5 – диаграмма точности первой модели

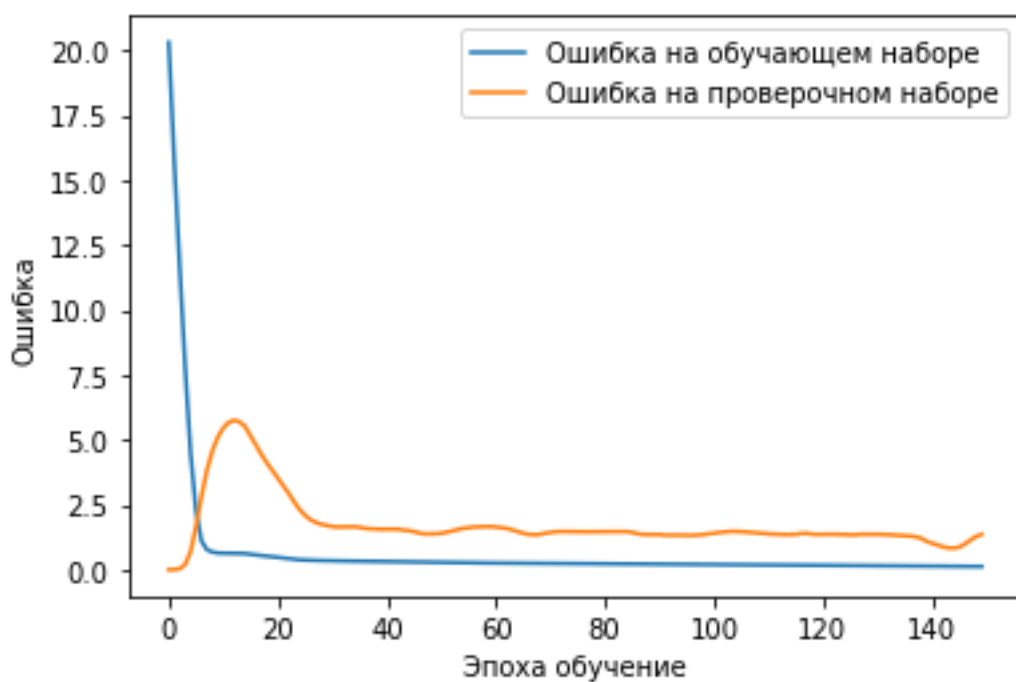


Рисунок 6 – диаграмма ошибок первой модели

6.2.Обучение нейронной сети для определения степени когнитивных нарушений

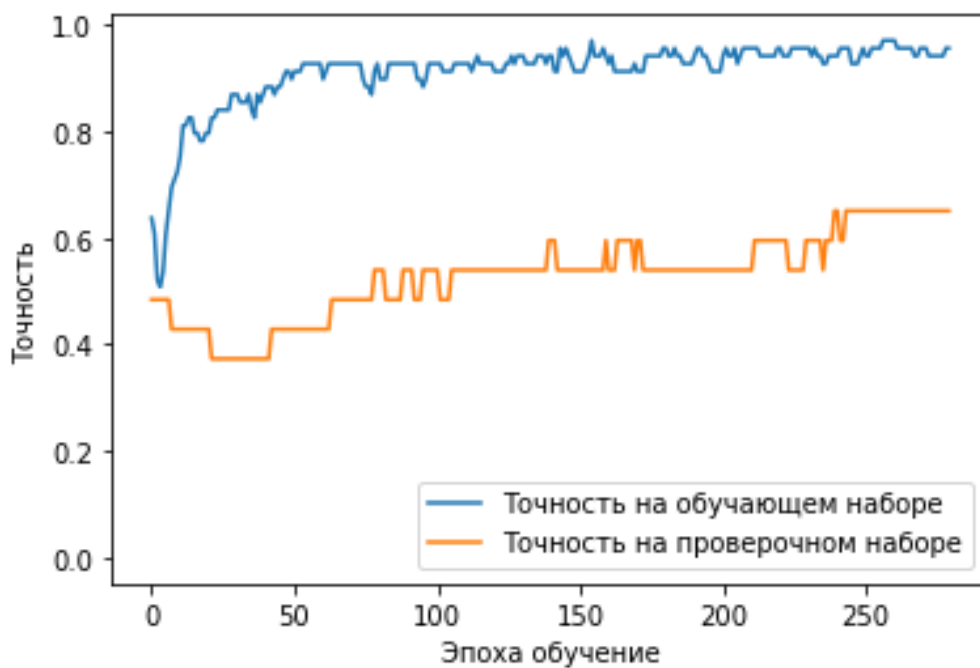


Рисунок 7 – диаграмма точности второй модели

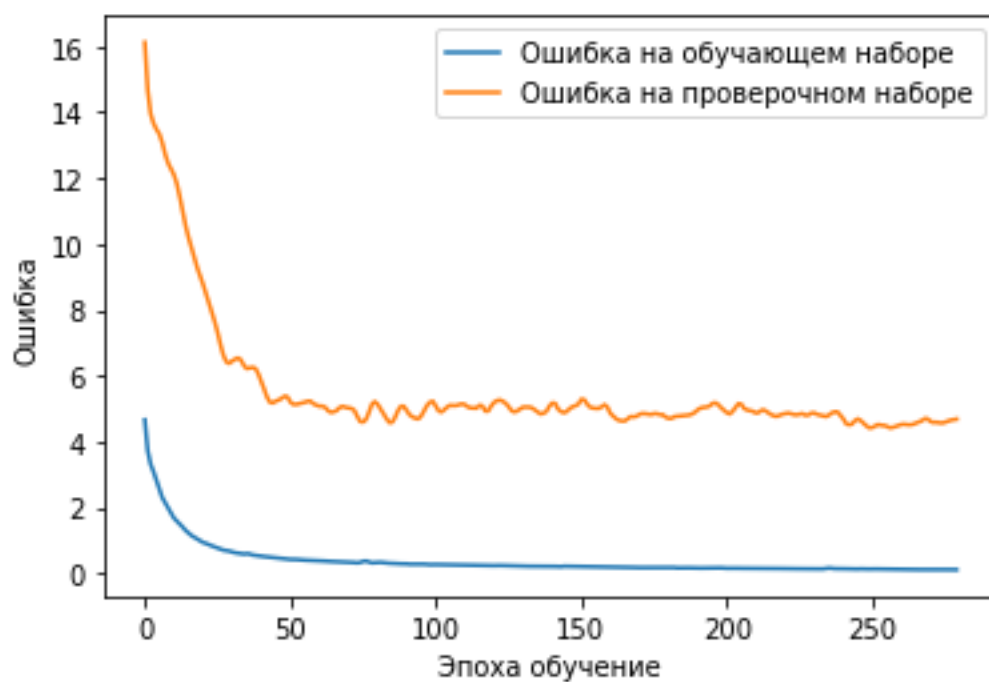


Рисунок 8 – диаграмма ошибок второй модели

7. Разработка приложения

7.1. Диаграмма классов

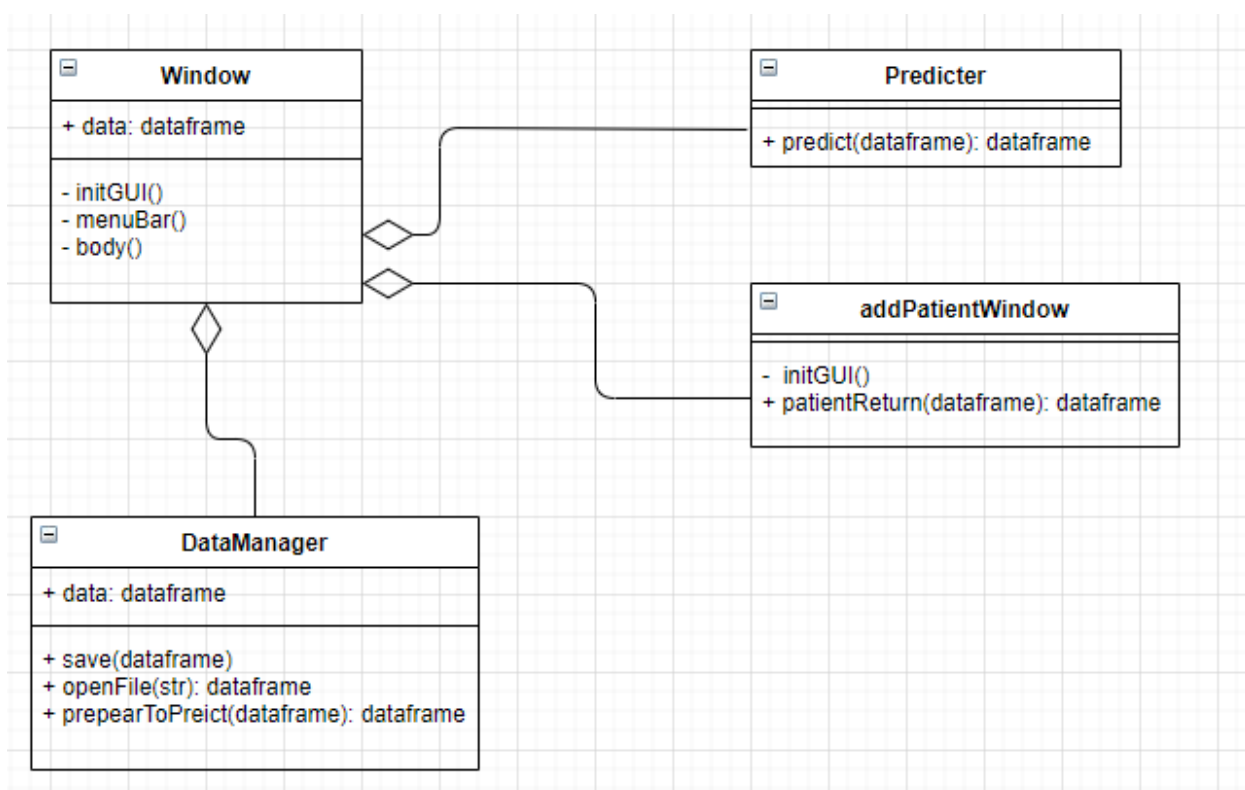


Рисунок 9 – диаграмма классов приложения

Приложение представляет собой минимально достаточное количество классов, необходимых для того, чтобы наглядно представить работу алгоритма

7.2.Интерфейс

	ФИО	возраст	стаж	глюкоза	Mean	Stdev	CONGA	LI	JINDEX	LBGI	HBGI	MVALUE	MAG	MAGE	TIR	NAA/Cr слева	Naa/Cr справа	NAA/Cho слева	Naa/Cho справа
1	Копы	26	19.0	7.3	9.5312	3.32399	8.994998	16.	53.54339	6.4332	10.937	6.85	12.954	52.56	21	2.161782926394	0.3863373309841	1.47392430144844	0.5621735486958
2	Марут	34	22.0	7.7	6.525	2.62843	3.014548	15.	27.14645	8.1404	4.0623	4.7	8.1205	47.2	27	0.578669091465	0.6842283380712	0.55326094158884	0.7595869483254
3	Ермог	27	20.0	12.1	8.43937	5.12811	4.655613	25.	59.64091	9.9249	16.051	8.7	25.152	89.0720	23	0.356276599003	0.4488535699316	0.41382436146028	0.5399704184160
4	Ивано	33	17.0	8.4	10.562	3.93223	10.08298	13.	68.07157	9.2598	14.024	6.0	20.170	64.0	22	0.507905305449	0.4517321925406	0.75391701614065	0.6142501878019
5	Жура	35	11.0	6.5	7.7312	4.63360	4.447377	60.	49.53623	17.015	12.783	9.7	29.848	80.4	28	0.288903210940	0.6620514553334	0.58614021742069	0.7845534118823
6	Тисон	32	16.0	7.9	5.7352	2.11540	4.589226	50.	19.96923	9.1713	2.0848	6.6	12.547	35.85	25	0.338295828773	0.4911463701444	0.47068265437923	0.5572705798095
7	Нагай	23	8.0	12.9	8.0875	5.16060	1.801850	35.	56.86597	11.566	14.905	9.75	25.830	84.96	24	0.472955566505	0.5603803643871	0.48535355703953	0.5903961651705
8	Шеин	36	20.0	8.0	8.3	4.50263	5.710823	15.	53.10604	4.2525	11.973	7.6	14.099	64.95	25	0.448194423796	0.6240120162271	0.52236141625696	0.6627218464224
9	Корду	35	11.0	8.2	8.9	5.91428	3.296513	51.	71.10601	4.2220	23.112	8.5	24.861	104.775	23	0.667174457631	0.5939294011074	0.61110644069660	0.6910946191056
10	Кисил	37	26.0	9.1	6.3058	3.51078	4.495275	18.	31.22287	15.265	6.4417	6.8	25.351	52.875	26	1.01988096176	0.5499799906948	1.03139865534110	0.6352198662834
11	Павло	24	6.0	13.0	11.168	5.49323	4.145680	10	89.94943	3.0512	18.827	5.6	29.479	59.6	24	0.578036226390	0.4077195964343	0.70202243129146	0.6793585463842
12	Цин-д	28	14.0	15.0	10.07	5.51105	8.826057	43.	78.65720	18.378	20.805	5.0	52.731	91.3263	26	0.347643172596	0.5853940184908	0.65486644159968	0.8280155884281
13	Крупи	36	11.0	9.0	10.838	3.27668	8.993497	12.	64.55677	0.2387	13.744	3.9	16.484	50.1176	27	0.478843757113	0.5608247035049	0.56209245017998	0.5175325539768
14	Кудря	20	19.0	7.8	10.07	5.51105	8.826057	43.	78.65720	18.378	20.805	5.0	52.731	91.3263	27	0.955444152009	0.4176585987337	0.91015106082283	0.4796700125102
15	Высол	20	7.0	8.0	8.4190	4.54770	4.496248	61.	54.47628	11.099	11.337	4.0	21.818	54.7200	23	0.493161094224	0.4183921267893	0.48784194528875	0.5698704839809
16	Богдан	18	9.0	10.3	9.2529	3.37724	16.69748	20.	51.68527	4.2798	10.342	11.705491	7.1758	8.82428	22	0.526696165191	0.4382110352673	0.57288817377312	0.5765584434526
17	Ким	19	9.0	7.9	11.316	3.17966	11.08222	5.0	68.08662	4.0247	14.777	19.550399	0.7829	5.35322	28	0.672768878718	0.5336990595611	0.37585812356979	0.4537617554858
18	Кисил	37	15.0	8.9	10.441	3.48813	9.152339	6.1	62.87075	5.5268	13.176	16.967085	2.5729	7.20555	25	0.758021390374	0.7914764079147	0.51604278074866	0.7231523761204
19	Чайко	21	10.0	6.5	5.3987	1.49554	7.763165	5.5	25.40020	4.7493	12.135	5.7823727	1.3122	4.37516	24	0.456760158216	0.4225411211816	0.49580759046778	0.5044001539469
20	Зыря	41	20.0	6.4	7.5717	3.67703	7.145829	13.	40.99735	6.7544	10.236	12.718603	1.8103	8.55	25	0.625655365256	0.5074834318466	0.53794428027213	0.5459453508459
21	Колба	24	4.0	10.1	8.5412	3.25146	8.974582	6.1	45.05808	5.9025	11.523	10.251203	3.0215	7.65222	23	0.518597236981	0.4989406779661	0.52497343251859	0.6345338983050
22	Корчу	23	6.0	9.9	7.6883	2.08338	7.011192	11.	30.93799	11.721	14.544	2.8736383	1.1503	4.98	26	0.370409391932	0.3195656691604	0.34746957838468	0.3958869614729
23	Кулак	27	3.0	13.0	6.4263	2.68093	16.17059	4.7	26.87349	3.5650	6.4750	6.4043047	1.4503	5.01032	24	0.663133097762	0.7064622124863	0.70671378091872	0.6790799561883
24	Лебед	31	13.0	14.7	5.4979	1.53879	14.28700	4.3	16.04302	3.7894	12.170	5.4440606	4.6765	4.91461	26	0.477371409485	0.5731601731601	0.60607578793951	0.5021645021645
25	Люба	22	1.0	14.0	10.326	4.65040	9.418067	8.1	52.67998	6.0806	15.697	23.044982	2.7563	8.74448	27	0.607777777777	0.5943820224719	0.63666666666666	0.6786516853932
26	Ким Р	19	9.0	8.9	6.4867	2.63765	6.176513	11.	36.97456	3.5648	6.2545	6.1717573	1.4932	4.66996	28	0.479294702955	0.4526421136900	0.49724638837896	0.5229072146606
27	Мель	22	13.0	9.0	7.4013	0.97206	6.862498	10.	22.71716	8.0771	16.982	10.526248	0.9884	3.11027	25	0.493467336683	0.54368893203883	0.61005025125628	0.6582524271844
28	Минч	24	4.0	6.8	10.290	2.50171	9.042565	5.3	53.02042	5.0215	9.5965	11.249393	2.6875	5.65999	24	0.548349056603	0.5145005370569	1.00235849056603	0.9785172278786
29	Мелю	45	30.0	12.1	7.6697	2.19539	16.74900	6.0	31.53200	9.1840	14.671	3.5154149	1.9187	4.79574	25	0.3669354838708	0.4085064292778	0.50806451612903	0.5619298824046
30	Набае	23	5.0	13.0	8.9138	3.57948	9.860492	6.6	50.57101	5.3200	10.059	12.871127	2.8050	7.39786	23	0.414893617021	0.4235294117647	0.5744680510638	0.6142857142857
31	Зыря	28	20.0	14.4	9.1319	6.38462	9.356434	10.	58.00801	7.2967	25.409	42.36089	2.4026	2.5575	26	0.375598148672	0.3674289365015	0.33876417356221	0.4489366533202

Рисунок 10 – Главное окно приложения

На рисунке 5 мы наблюдаем таблицу, на которую выводятся общие данные, а также результаты работы нейронной сети.

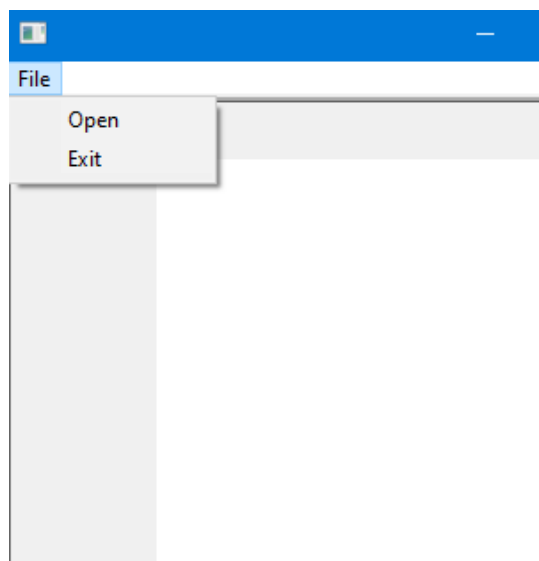


Рисунок 11 – верхняя панель меню

С помощью верхней панели меню пользователь может открыть файл с данными для получения результатов работы нейронной сети, либо закрыть приложение.

	ФИО	возраст	стаж	глюкоза	Mean	Stdev	CONGA	LI	JINDEX	LBGI	HBGI	MVALUE	MAG	MAGE	TIR	NAA/Cr cнеса
1	<input type="text"/>															

Принять

Рисунок 12 – окно добавления пациента

В данном окне пользователю предлагается заполнить таблицу, состоящую из единственной строки, и столбцами равными количеству показателей необходимых для работы нейронной сети, а затем нажав на кнопку – «Принять» получить результаты работы нейронной сети по данному пациенту.

8. Результаты работы

8.1. Результаты классификации с помощью нейронной сети

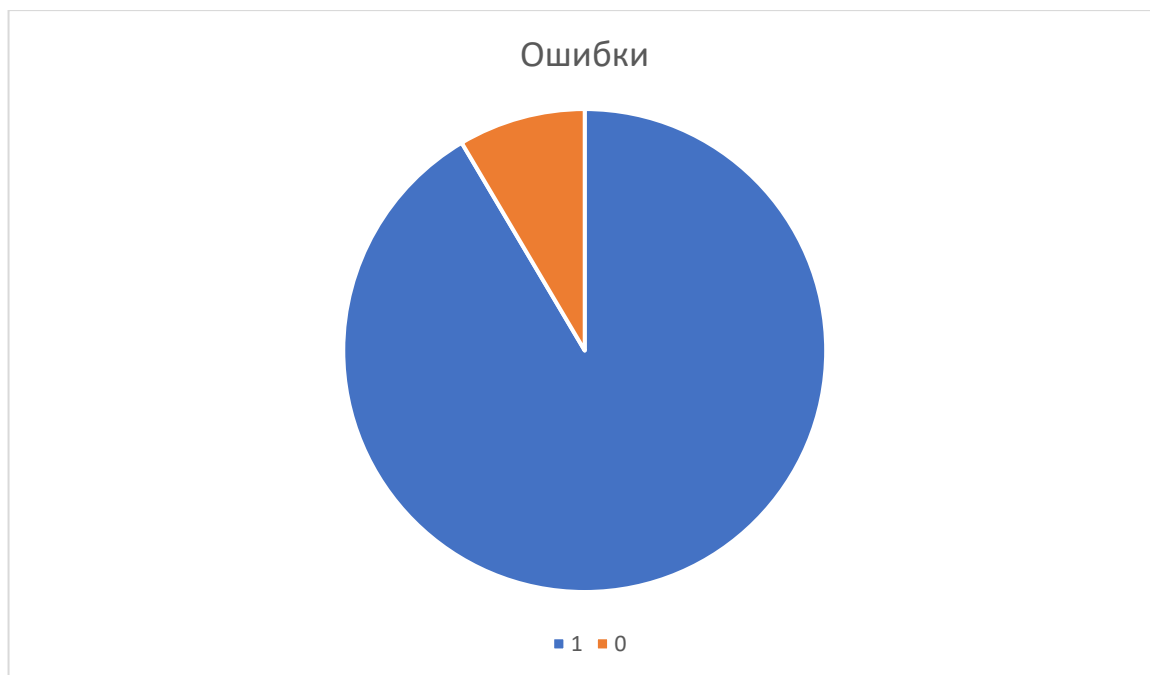


Рисунок 13 – соотношение ошибок к количеству верных оценок типа сахарного диабета

По данной диаграмме можно судить что точность верных классификаций составляет - 0.9130, ввиду малого количество данных проверить данные результаты возможности нет.

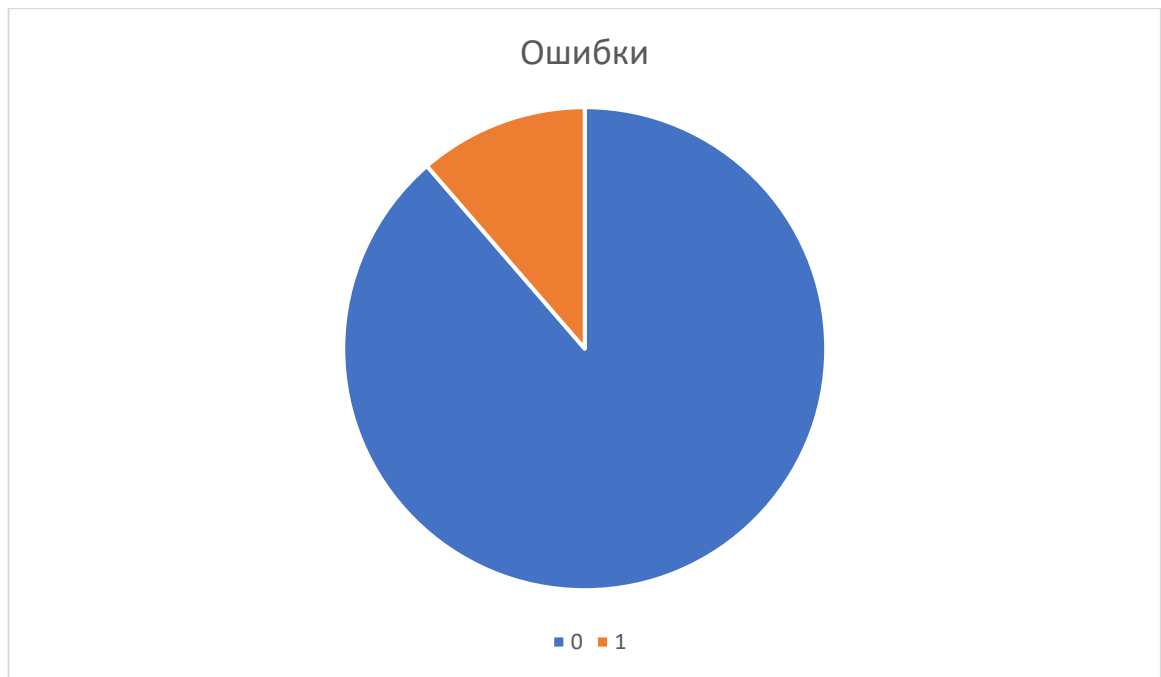


Рисунок 14 – соотношение ошибок к количеству верных оценок степени когнитивных расстройств

По данной диаграмме можно судить что точность верных классификаций составляет - 0.8979, ввиду малого количество данных проверить данные результаты возможности нет.

8.2. Результаты работы приложения

32399 6.994998	16. 35.24339; 0.4332	10.937; 0.85	12.924	32.36	21	2.1617829265948	0.3865373309841	1.47392430144844	0.362173348899283	0.681809916042	1.4531384954111	0.0	3	
62843 3.014548	15. 27.146451	8.1404 4.0623	4.7	8.1205	47.2	27	0.5786690914651	0.6842283380712	0.55326094158884	0.75958694832549	0.956092090884	1.1101366401554	0.0	3
12811 4.655613	25. 59.64091	9.9249 16.0511	8.7	25.152	89.0720	23	0.356276599003	0.4488535699316	0.41382436146028	0.53997041841608	1.161525518706	1.2029990504438	0.0	3
93223 10.082981	13. 68.07157	9.2598 14.0241	6.0	20.170	64.0	22	0.5079053054495	0.4517321925406	0.75391701614065	0.61425018780194	1.484365309934	1.3597662463400	0.0	3
63360 4.447377	60. 49.53623	17.015 12.7831	9.7	29.848	80.4	28	0.288903210940	0.6620514553334	0.58614021742069	0.78455341188236	2.028846323698	1.1850338900586	0.0	3
11540 4.589226	5.0 49.56923	9.1713 2.0848	6.6	12.547	35.85	25	0.338295828773	0.4911463701444	0.47068265437923	0.55727057980957	1.391334489951	1.1346323900295	0.0	3
16060 1.801850	35. 56.86597	11.566 14.9051	9.75	25.830	84.96	24	0.472955566505	0.5603803643871	0.48535355703953	0.59039616517051	1.026213859001	1.0535632629035	0.0	3
50263 5.710823	15. 53.10604	4.2225 11.973	7.6	14.099	64.95	25	0.448194423796	0.6240120162271	0.52236141625696	0.66272184642245	1.165479507379	1.0620337897166	0.0	3
91428 3.296513	51. 71.10601	4.2220 23.112	8.5	24.861	104.775	23	0.667174457631	0.5939294011074	0.61110644069660	0.69109461910566	0.915961985214	1.1635972521600	0.0	3
51078 4.495275	18. 31.22287	15.265 6.4417	6.8	25.351	52.875	26	1.01989096176	0.5499799906948	1.0313965534110	0.63521986928346	1.011185961896	1.1549872359553	0.0	3
49323 4.145680	10. 89.94949	3.0512 18.827	5.6	29.479	59.6	24	0.578036226390	0.4077195964343	0.70202243129146	0.67935854638420	1.214495561419	1.6662396223418	0.0	3
51105 8.826057	4.7 78.65720	18.378 20.8051	5.0	52.731	91.3263	26	0.347643172596	0.5853940184908	0.65486644159968	0.82801558842814	1.883731634101	1.4144585736677	0.0	3
27668 9.993497	13. 64.55677	0.2387 13.744	3.9	16.484	50.1176	27	0.478843757113	0.5608247035049	0.56209245017998	0.51753255397689	1.173853562523	0.9228062721604	0.0	3
51105 8.826057	4.7 78.65720	18.378 20.8051	5.0	52.731	91.3263	27	0.955444152009	0.4176585987337	0.91015106082283	0.47967001251020	0.952594726660	1.1484739305366	0.0	3
54770 4.496248	61. 54.47628	11.099 11.337	4.0	21.818	54.7200	23	0.493161094224	0.4183921267893	0.48784194528875	0.56987048398091	0.989214175654	1.3620487755205	0.0	3
37724 16.69748	20. 51.68527	4.2798 10.342	11.705491	7.1758	8.82428	22	0.526696165191	0.4382110352673	0.57288817377312	0.57655844345264	1.087701433262	1.3157095487129	0.0	3
17966 11.08222	5.0 68.08662	4.0247 14.7775	19.550399	0.7829	5.35322	28	0.672768878718	0.5336990595611	0.37585812356979	0.45376175548589	0.558673469387	0.850220264317	0.0	3
48813 9.152339	6.1 62.87075	5.5268 13.1761	16.967085	2.5729	7.20555	25	0.578021390374	0.7914764079147	0.51604278074866	0.72315237612041	0.680776014109	0.9136752136752	0.0	3
49554 7.763165	4.5 25.40020	8.7493 12.135	5.78237271	1.3122	4.37516	24	0.456760158216	0.4225411211816	0.49580759046778	0.50440015394698	1.085487824515	1.1937303345446	0.0	3
67703 7.145829	13. 40.99739	6.7544 10.2361	12.718603	1.8103	8.55	25	0.625655365256	0.5074834318466	0.53794428027213	0.5459435008450	0.859809265842	1.0757895067811	0.0	3
25146 8.974582	6.1 45.05808	5.9025 11.5231	10.251203	3.0215	7.65222	23	0.518597236961	0.4989406779661	0.52497343251859	0.63453389830508	1.012295081967	1.2717622080679	0.0	3
08338 7.011192	11. 30.93799	11.721 14.544	2.8736383	1.1503	4.98	26	0.370409391932	0.3195656691604	0.34746957838468	0.39588696147299	0.938069028357	1.2388281961356	0.0	3
68093 16.17059	4.7 26.87349	3.5650 6.4750	6.4040475	1.4503	5.01032	24	0.663133097762	0.7064622124863	0.70671378091872	0.67907959618838	1.065719360568	0.9612403100775	0.0	3
53879 14.28700	4.3 16.04302	3.7894 12.1705	5.44406061	4.6765	4.91461	26	0.477371409485	0.5731601731601	0.60607578793951	0.50216450216450	1.269610571342	0.8761329305135	0.0	3
65040 9.418067	8.1 52.67998	6.0806 15.697	23.044982	2.7563	8.74448	27	0.607777777777	0.5943820224719	0.63666666666666	0.678651685393251	1.047531992687	1.1417769376181	0.0	3
63765 6.176513	11. 36.97456	3.5648 6.2545	6.1717573	1.4932	4.66996	28	0.479294702955	0.4526421136909	0.49724638837896	0.52290721466061	1.037454378928	1.1552332380138	0.0	3
97206 6.862498	10. 22.71716	0.0771 16.982	10.526248	0.9884	3.11027	25	0.493467336683	0.5436893203883	0.61005025125628	0.65825242718446	1.236252545824	1.2107142857142	0.0	3
50171 9.042565	5.0 33.02042	5.0215 9.59651	11.249393	2.6875	5.65999	24	0.548349056603	0.5154005370569	1.00235849056603	0.97851772287862	1.8279569890247	1.9018789144050	0.0	3
19539 16.74900	3.0 31.53200	3.1840 14.6711	3.5154149	1.9187	4.79574	25	0.366935483870	0.4085064292779	0.50806451612903	0.56192988240465	1.384615384615	1.3755716976055	0.0	3
57948 9.860492	6.6 50.57101	5.3200 10.059	12.871127	2.8050	7.39786	23	0.414893617021	0.4235294117647	0.57446808510638	0.61428571428571	1.384615384615	1.4503968253968	0.0	3
38462 9.356434	10. 58.00801	7.2967 25.409	42.360899	2.4026	2.5575	26	0.375598148672	0.3674289365015	0.33876417356221	0.4489366532025	0.901932490241	1.2218326014133	0.0	3
22223 10.16803	3.0 27.85968	8.0181 14.0911	3.9393447	2.2430	4.69666	24	0.519962955019	0.4806342967576	0.44828461253574	0.53661682811599	0.862147213004	1.1164763557985	0.0	3

Рисунок 15 – результат классификации нейронной сети

На рисунке выделены столбцы, в которые выведены результаты работы нейронной сети, столбец «Тип СД» представляет тип сахарного диабета пациента, столбец «Группа» представляет степень когнитивных расстройств пациента, данные представлены в виде 4 групп где:

- Отсутствуют
- Легкие
- Умеренные
- Выраженные

9. Заключение

В ходе работы была разработана модель нейронной сети, которая по данным медицинских анализов пациентов больных сахарным диабетом, определяла тип сахарного диабета, и степень когнитивных расстройств. Ввиду небольшого количества данных при обучении результаты, показываемые на проверочной выборке не высокие, в то же время нейронная сеть показала себя хорошо при проверке на тестовой выборке после обучения.

10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Выполнение раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» несет в себе цель выполнить комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов проекта. Необходимо оценить полные денежные затраты на проект, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов его внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

- Для достижения цели необходимо поставить и решить следующие задачи:

- спланировать продолжительность этапов работ и график выполнения работ в рамках проекта;
- рассчитать смету затрат на выполнение проекта;
- определить стоимость разработки проекта;
- оценить экономическую эффективность проекта.

Основной целью проекта является исследование и реализация методов оценки и прогноза функционального состояния организма человека.

Данный проект нацелен на использование результатов исследования специализированными медицинскими учреждениями для задач по диагностике сердечно-сосудистых заболеваний, обнаружению когнитивных нарушений, а также определения типа сахарного диабета.

Потенциальными потребителями являются различные медицинские учреждения, где одним из направлений является диагностика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний, а также медицинские учреждения.

10.1. Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В соответствии с видами работ участниками планирования выбраны:

- Научный руководитель (НР)
- Исполнитель ВКР (И)

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для построения линейного графика хронологически упорядоченные вышеуказанные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 3 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Содержание работ	Загрузка исполнителей
Подготовительный	Выбор темы ВКР	НР – 100%
	Выбор направления исследования, среды и инструментов разработки для реализации метода исследования функционального состояния организма человека	НР – 80% И – 80%
	Поиск, подбор и анализ материалов для выполнения работы	НР – 20% И – 100%
	Календарное планирование работ	НР – 70% И – 70%
Основной	Ознакомление с набором данных	И – 100%
	Обработка набора данных для его дальнейшего использования	И – 100%
	Реализация методов	И – 100%
	Тестирование и отладка	И – 100%
	Оценка качества работы алгоритма	НР – 100% И – 100%
	Описание ресурсоэффективности и ресурсосбережения исследования	И – 100%
	Описание мероприятий по социальной ответственности	И – 100%
Заключительный	Составление отчета по проделанной работе	И – 100%
	Защита ВКР	И – 100%

10.2. Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется опытно-статистическим методом и экспертным способом.

Экспертный способ предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения

вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5},$$

где t_{min} —минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} —максимальная продолжительность работы, дн.

10.3. Разработка графика проведения научного исследования

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рД}$) ведется по следующей формуле:

$$T_{рД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \times K_{д},$$

Где $t_{ож}$ —продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ —коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$

$K_{д}$ —коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле.

$$T_{кД} = T_{рД} \times T_{к},$$

где $T_{кД}$ —продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ —коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}},$$

Для шестидневной рабочей недели: где

$T_{КАЛ}$ —календарные дни ($T_{КАЛ}= 366$);

$T_{ВД}$ —выходные дни ($T_{ВД}= 52$);

$T_{ПД}$ —праздничные дни ($T_{ПД}= 14$).

$T_K= 1,22$.

Для пятидневной рабочей недели: где

$T_{КАЛ}$ —календарные дни ($T_{КАЛ}= 366$);

$T_{ВД}$ —выходные дни ($T_{ВД}= 104$);

$T_{ПД}$ —праздничные дни ($T_{ПД}= 14$).

$T_K= 1,48$.

Все рассчитанные значения представлены в таблице 2.

Для наглядного отображения графика и распределения работ между участниками проекта использована диаграмма Ганта. Диаграмма Ганта представляет собой ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующиеся датами начала и окончания выполнения того или иного этапа работ. Диаграмма представлена на рисунке 16.

Таблица 4 –Трудозатраты на выполнение проекта

Название работы	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям, чел-дн.			
		Tmin	Tmax	Тож	Trd		Tkd	
					НР	И	НР	И
Выбор темы ВКР	НР	2	4	2,8	3,36	-	4,1	-
Выбор направления исследования, среды и инструментов разработки для реализации метода исследования функционального состояния организма человека	НР И	4	6	4,8	4,6	4,6	5,61	6,81

Поиск, подбор и анализ материалов для выполнения работы	НР И	10	12	10,8	3,89	12,86	4,75	19,18
Календарное планирование работ	НР И	4	7	5,2	3,12	4,26	3,81	9,24
Ознакомление с набором данных	И	2	4	2,8	2,69	2,02	3,28	2,99
Обработка набора данных для его дальнейшего использования	И	6	9	7,2	-	8,64	-	12,79
Реализация методов	И	8	12	9,6	-	11,52	-	17,05
Тестирование и отладка	И	5	8	6,2	-	4,56	2,78	6,75
Оценка качества работы алгоритма	НР И	3	5	3,8	2,28	9,36	-	13,85
Описание ресурсоэффективности и ресурсосбережения исследования	И	7	9	7,8	-	4,56	-	6,75
Описание мероприятий по социальной ответственности	И	4	6	4,8	-	5,76	-	8,52
Составление отчета по проделанной работе	И	3	5	3,8	-	4,56	-	6,75
Защита ВКР	И	1	1	1	-	1,2	-	1,78

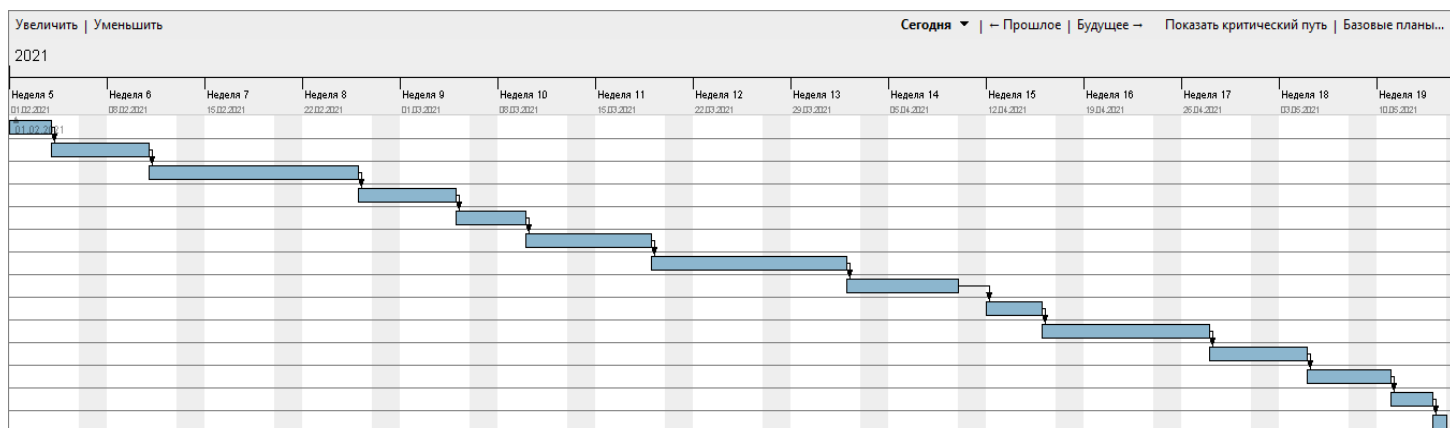


Рисунок 16 – линейный график работ

10.4. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие (накладные расходы) расходы.

10.5. Расчет затрат на материалы

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- материалы, покупные изделия, полуфабрикаты и другие материальные ценности, расходуемые непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования;
- специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно;
- транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю;

- расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции).
Приближенно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20 %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Результаты расчета материальных затрат представлены в таблице 3.

Таблица 5 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед.руб.	Количество	Сумма руб.
Бумага формата А4	250	1	250
Картридж для принтера	1550	1	1550
Итого:			1700

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 1700 \times 1,05 = 1785 \text{ руб.}$

10.6. Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и исполнителя ВКР, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить на его портале. Оклад исполнителя принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад собственной кафедры (лаборатории).

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;

- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = MO / D_{мес}.$$

При шестидневной рабочей неделе в 2020 году: 300 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 25 рабочих дня.

При пятидневной рабочей неделе в 2020 году: 248 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 21 рабочий день.

Расчет затрат на полную заработную плату представлен в таблице 4. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{пр} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_r = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 \times 1,188 \times 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и} = 1,62$. Таблица 7 – Расчет затрат на заработную плату

Исполнитель	Оклад руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб
НР	47104	1884,16	20	1,699	64023,76
И	15470	736,67	84	1,62	100246,05
Итого:					164269,81

10.7. Расчеты затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зн}} \times 0,3.$$

Итак, в нашем случае $C_{\text{соц}} = 164269,81 \times 0,3 = 49\,280,943$ руб.

10.8. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \times t_{\text{об}} \times Ц_{\text{э}},$$

- где $P_{\text{об}}$ —мощность, потребляемая оборудованием, кВт;
- $Ц_{\text{э}}$ —тариф на 1 кВт·час;
- $t_{\text{об}}$ —время работы оборудования, час.
- Для ТПУ $Ц_{\text{э}} = 6,59$ руб. кВт/час(с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для исполнителя ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \times K_t,$$

где $K_t \leq 1$ —коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} \times K_c,$$

где $P_{\text{ном}}$ —номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_c = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию приведен в таблице 8.

Наименование оборудования	Время работы оборудования тоб, час	Потребляемая мощность Роб, кВт	Затраты Эл.об, руб.
Персональный компьютер	$84 \times 8 \times 0,6 = 403,2$	0,3	797,13
Струйный принтер	$50 \times 0,6 = 30$	0,1	19,77
Итого:			816,9

10.9. Расчеты амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта:

$$C_{AM} = \frac{H_A \times Ц_{ОБ} \times t_{рф} \times n}{F_D},$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Для ПК в 2020 г. (300 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) $F_D = 300 \times 8 = 2400$ часа, для принтера $F_D = 500$ часов;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения H_A следует обратиться к фрагменту из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\approx C_A$. Например, для ПК это 2-3 года. Необходимо задать конкретное значение C_A из указанного интервала, в данном случае, 2,5 года. Далее определяется H_A как величина обратная C_A , в данном случае это $1/2,5 = 0,4$. Для принтера $H_A = 1/2 = 0,5$.

Расчет амортизационных затрат приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет амортизационных затрат

Наименование оборудования	n	ЦОБ	трф	HA	FD	САМ, руб.
Персональный компьютер	1	50000	$84 \cdot 8 = 672$	0,4	2400	5600
Струйный принтер	1	14000	$50 \cdot 0,6 = 30$	0,5	500	420
Итого:						6020

10.10. Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – 100 руб./день.

Расходы по услугам связи составили 300 руб. Итого по данному пункту $C_{np} = 300$ руб.

10.11. Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1$$

Таким образом, $C_{\text{проч}} = (1785 + 164269,81 + 49\,280,943 + 816,9 + 6020 + 300) \cdot 0,1 = 22\,247,27 \text{руб.}$

10.12. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Изучение методов сегментации анатомических структур сердца».

Расчет общей себестоимости разработки приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1785
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	164269,81
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	49280,943
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	816,9
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	6020
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	300
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	22247,27
Итого:		244719,92

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 244\,719,92 \text{руб.}$

10.13. Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может

определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В данном случае прибыль составляет 36 707,99руб. (15%) от расходов на разработку проекта.

10.14. Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В данном случае это $(244\,719,92 + 36\,707,99) * 0,2 = 56\,285,58$ руб.

10.15. Цена разработки ВКР

Цена разработки ВКР равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в данном случае $C_{\text{ВКР}} = 244\,719,92 + 36\,707,99 + 56\,285,58 = 337\,713,49$ руб.

10.16. Оценка экономической эффективности проекта

Экономическая эффективность проекта обусловлена возрастающей необходимостью поиска методов оценки функционального состояния людей больных сахарным диабетом. Конечная система в виде модели нейронной сети является востребованной и актуальной на сегодняшний день. Использованной подобной системы позволяет решать такие задачи, как диагностика сердечно-сахарного дебета, обнаружение когнитивных расстройств у людей больных сахарным диабетом. Подводя итог вышесказанному, экономический эффект от реализации проекта может быть выражен в снижении затрат на покупку подобных систем от сторонних разработчиков, а также повышение эффективности оценки функционального состояния организма человека больного сахарным диабетом за счет экономии.

10.17. Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует, в какой мере выполнены работы, и обеспечивается научно-технический прогресс в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод бальных оценок. Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется коэффициент ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{НТУ} = \sum_{i=1}^k R_i \times n_i$$

где $K_{НТУ}$ —коэффициент научно-технического уровня;

k —число оцениваемых параметров;

R_i —весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i —количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Весовые коэффициенты признаков НТУ указаны в таблице 11.

Таблица 11 – Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признак НТУ	Значение весового коэффициента n_i	
Уровень новизны	Положительное решение на основе анализа связей факторов, распространение известных принципов на новые объекты.	0,4
Теоретический уровень	Разработка алгоритма. Невысокая сложность расчетов, проверка на большом объеме экспериментальных данных	0,1
Возможность реализации	Время реализации в течении первых лет.	0,5

Баллы для оценки уровня новизны, теоретического уровня и возможности реализации по времени и масштабам указаны в таблицах 11-12.

Таблица 12 – Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны	Баллы
-----------------	-------------------------------	-------

Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8-10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты.	5-7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами.	2-4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 13 – Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень получаемых результатов	Баллы
Установка закона, разработка новой теории.	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ, взаимодействия между факторами с наличием объяснений.	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.).	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений.	0,5

Таблица 14 – Возможность реализации результатов по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10	2

Обоснование оценок признаков НИР приведены в таблице 12.

Таблица 15 – Оценки научно-технического уровня НИР

Фактор НТУ	Значимость	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
Обоснование выбранного балла	0,4	Положительное решение на основе анализа связей факторов, распространение известных принципов на новые объекты.	4	Облегчит обработку анатомических структур сердца.
Теоретический уровень	0,1	Невысокая сложность расчетов, проверка на большом объеме экспериментальных данных.	6	Разработаны и реализованы алгоритмы сегментации, решающие поставленные задачи.
Возможность реализации	0,5	Время реализации в течении первых лет.	7	Полученный продукт находится на стадии тестирования и внедрения.

В таблице 13 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя, рассчитываемого по формуле.

Таблица 16 – Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Исходя из оценки признаков НИР, показатель научно-технического уровня для данного проекта составил:

$$K_{НТУ} = 0,4 * 4 + 0,1 * 6 + 0,5 * 7 = 5,7$$

Таким образом, исходя из данных в таблице 14, проект «Оценка функционального состояния организма человека на основе методов машинного обучения» имеет средний уровень научно-технического эффекта.

11. Социальная ответственность

В данном разделе рассматриваются вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к охране окружающей среды и ресурсосбережению.

Целью раздела является выявление и анализ вредных и опасных факторов, которые могут повлиять на здоровье и общее самочувствие студента при выполнении выпускной квалификационной работы по теме «Исследование и реализация методов оценки и прогноза функционального состояния организма человека».

В качестве рабочего места рассматривается рабочее место пользователя программным набором инструментов, оснащенное различной техникой, такой как дисплей, клавиатура, системный блок, мышь и т.д.

11.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации, нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю [17]. Для работников до шестнадцати лет – не более 24 часов в неделю, для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет – не более 35 часов в неделю. Для работников, являющихся инвалидами I или II группы, не более 35 часов в неделю. Продолжительность рабочего времени конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом специальной оценки условий труда.

11.2. Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, организация и оборудование рабочего места с ПЭВМ должны проводиться по требованиям, указанным в таблице 19 [18].

Таблица 17 – Требования к организации и оборудованию рабочего места с ПЭВМ

Наименование показателя	Значение
Высота рабочей поверхности стола	Должна регулироваться. 680 - 800 мм; 725 мм при отсутствии регуляции;
Пространство для ног: высота ширина глубина на уровне колен глубина на уровне вытянутых ног	не менее 600 мм; не менее 500 мм; не менее 450 мм; не менее 650 мм;
Ширина и глубина поверхности сиденья	не менее 400 мм;
Регулировка высоты поверхности сиденья	400 - 550 мм;
Угол наклона сиденья: вперед назад	до 15 град; до 5 град;
Опорная поверхность спинки: высота ширина	300 +- 20 мм; не менее 380 мм;
Угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах	+- 30 градусов;
Регулировка расстояния спинки от переднего края сиденья	260 - 400 мм;
Стационарные или съемные подлокотники длина ширина	не менее 250 мм; 50 - 70 мм;
Регулировка: подлокотников на высоте над сиденьем	230 +- 30 мм;

внутреннего расстояния между подлокотниками	350 – 500 мм;
Подставка для ног: ширина глубина высота угол наклона опорной поверхности подставки Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.	не менее 300 мм; не менее 400 мм; до 150 мм; до 20°;

Клавиатура должна располагаться на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

Кроме того, довольно подробное описание рабочего места содержит ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009 «Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора».

Целью данного стандарта является установление требований к конфигурации рабочих станций, направленных на поддержание и улучшение функционирования терминала и обеспечение комфортности работы пользователей с минимальным риском для их безопасности и здоровья.

Пользователи видеодисплейных терминалов (VDT) в офисной работе обычно принимают определенные рабочие позы (сидят, наклонив корпус вперед, или держат корпус прямым, или откидываются назад). Рабочее место, которое адаптировано к таким предпочтениям пользователя, может способствовать его перемещениям, поддерживать комфортность работы и уменьшать физические, умственные и зрительные нагрузки.

11.3. Производственная безопасность

Производственная безопасность – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

Выявленные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при работе с компьютером и техникой офисного помещения, представлены в таблице 18 согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [19].

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке и эксплуатации программного обеспечения в условиях офисного помещения

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003 – 2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа с персональным компьютером	Отклонение показателей микроклимата		СанПиН 2.2.4.548 – 96
	Превышение уровня шума на рабочем месте		СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СП 52.13330.2011
	Повышенный уровень электромагнитных излучений		СанПиН 2.2.4.1191 – 03

		Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ
--	--	--	---------------------------

11.4. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

11.4.1. Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений определяется совокупностью температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения, которые влияют на теплообмен человека, работоспособность, здоровье и производительность труда.

От организации микроклимата в производственном помещении зависит состояние здоровья сотрудника. СанПиН 2.2.4.548-96 62 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» нормирует параметры микроклимата рабочих мест производственных помещений [20].

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на самочувствие человека, является температура воздуха в помещении. Высокая или низкая температура может вызвать перенапряжение механизма терморегуляции, что приведет к перегреву или переохлаждению организма. Работа в условиях высокой температуры вызывает перегревание организма, в связи с чем, увеличивается нагрузка на организм, в особенности на органы дыхательной и сердечно-сосудистой системы. Усиливается потоотделение, что влечет за собой потерю полезных минеральных солей, происходит обезвоживание организма. При работе в условиях пониженной температуры организм

уменьшает теплопотери, путем сужения сосудов, и увеличивается теплообразование. У человека могут развиваться заболевания кожных покровов, воспаления различных нервов, различные заболевания мышечной системы, а также снижается иммунитет, учащаются простудные заболевания.

При существенном отклонении температурного показателя снижается концентрация внимания, замедляется мозговая деятельность человека, может возникнуть головная боль, общая слабость, работоспособность человека резко ухудшается.

Влажность воздуха характеризуется содержанием в воздухе водяного пара. При повышенной влажности нарушается теплообмен, снижается устойчивость к инфекционным и простудным заболеваниям, снижается работоспособность, ухудшается самочувствие. При пониженной влажности страдают кожные покровы, слизистые оболочки, также нарушается теплообмен, увеличивается нагрузка на органы дыхательной системы, снижается работоспособность. Чтобы создать сотруднику благоприятные условия труда, санитарными нормами установлены оптимальные и допустимые метеорологические условия рабочей зоне помещения. Нормируемыми параметрами являются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха.

Нормальные условия учитывают категорию работ. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, работа программиста относится к категории 1а (Легкая) [20]. К ней относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим трудом. Исходя из этого, в таблице 21 приведены оптимальные значения характеристик микроклимата.

Таблица 19 – Допустимые значения характеристик микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22 – 24	21 – 25	40 – 60	Не более 0,1
Теплый	23 – 25	22 – 26	40 – 60	Не более 0,1

Для профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата, необходимо использовать защитные мероприятия. Помещение должно быть оборудовано системой центрального отопления. Для регуляции влажности воздуха в помещении можно использовать мелкодисперсный распылитель воды. Также возможно применение приточно-вытяжной вентиляции, которая необходима для управления воздушными потоками в помещении. Приточная часть подает в помещение очищенный свежий воздух по специализированным воздуховодам, кроме того она может быть оснащена системой нагрева воздуха, увлажнителем или, напротив, осушителем. Вытяжная часть забирает из помещения загрязненный воздух. Кроме того, для регуляции комфортной температуры в помещении желательно применять системы кондиционирования.

Помещение, в котором выполнялось исследование, соответствовало оптимальным значениям.

11.4.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум – это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху.

Шум воздействует на центральную, вегетативную нервную систему, а также на органы слуха. Человек, который длительное время работает в условиях, когда шум превышает допустимые нормы, становится раздражительным, испытывает головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, нарушение сна, понижение аппетита и т. д. Поэтому для того, чтобы поддерживать хорошее самочувствие сотрудников, необходимо поддерживать значение уровня шума в рамках допустимого.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 уровень шума на рабочем месте инженера-программиста не должен превышать 50дБА [21]. Шумящее оборудование, уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ. Так как в офисных помещениях,

обычно, уровень шума небольшой, целесообразнее применять коллективные меры защиты от шума. Методы и средства коллективной защиты в зависимости от способа реализации подразделяются на строительноакустические, архитектурно-планировочные и организационно - технические и включают в себя:

- изменение направленности излучения шума;
- рациональную планировку предприятий помещений;
- акустическую обработку помещений;
- применение звукоизоляции.

11.4.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение – одно из важнейших условий для создания благоприятных и безопасных условий труда. Недостаточное освещение рабочего места вызывает усталость глаз, снижает концентрацию внимания, провоцирует возникновение заболеваний зрительных органов, снижает работоспособность, может вызывать апатию и сонливость. Поэтому очень важно обеспечить правильное освещение рабочего места сотрудника.

Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение», искусственное освещение в помещениях для эксплуатации персональных ЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения [22].

Освещенность поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенных.

Так же следует ограничивать прямую блескость от источников освещения и отраженную блёскость на рабочих поверхностях, таких как экран, стол, клавиатура и др. Яркость светящихся поверхностей, таких как окна, светильники и др., которые находятся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Отраженная блескость ограничивается за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м². Чтобы обеспечивать нормируемые значения освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

11.4.4. Повышенная напряженность в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды [23].

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов установлены для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам. Персональный компьютер, которыми оборудованы офисные помещения, можно отнести к бытовым электроустановкам, так как согласно определению,

электроустановка бытовая – электроустановка, используемая в жилых, коммунальных и общественных зданиях всех типов, с которыми могут взаимодействовать как взрослые, так и дети.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ, предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц не должны превышать значений, указанных в таблице 22 [24].

Таблица 20 – предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Продолжительность воздействия t, с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия t, с	Нормируемая величина	
	U, В	I, мА		U, В	I, мА
От 0,01 до 0,08	220	220		40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1	25	25
0,5	50	50	Св. 1	12	2

В качестве мер безопасности следует применить следующее:

- проводить инструктаж и обучение безопасным методам труда;
- проводить проверку техники, с которой работают сотрудники (наличие дефектов, неполадок, наличие токоведущих частей и повреждением изоляции и т.д.);
- защитное заземление;
- изоляция нетоковедущих частей, чтобы защитить от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции;
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную).

11.5. Экологическая безопасность

11.5.1. Негативно влияющие на экологию факторы при эксплуатации компьютера

Современные компьютеры непосредственно практически не оказывают никакого влияния на окружающую среду, так как электромагнитные излучения, производимые техникой, ничтожно малы, вибрации и шумы также практически неощутимы. С выполнением данной работы могут быть связаны негативно влияющие на природу факторы, сопутствующие эксплуатации ПК. Многие сырье, используемое в сборке компьютеров, является токсичным.

Следовательно, когда техника выходит из строя, возникает потребность в переработке отходов. Однако многие сегодня пренебрегают этим, поэтому отходы в виде неисправной техники не исчезают, превращаясь в свалки, производя негативное влияние на гидросферу и литосферу, или перерабатываются, что также приносит вред. Помимо техники, в рабочем процессе используются другие, сопутствующие рабочему процессу, материалы, которые так же при неправильной утилизации наносят вред окружающей среде. Это могут быть батарейки, люминесцентные лампы и т.д.

Также необходимо рационально использовать природные ресурсы. Большое потребление бумаги ведет к вырубке лесов. Чрезмерное потребление электроэнергии ведет к увеличению выброса парниковых газов, что влияет на изменение климатических условий. Поэтому необходимо предпринимать различные меры для того, чтобы как можно больше сократить негативное влияние на окружающую среду.

11.5.2. Меры по обеспечению экологической безопасности

В качестве таких мер можно рассматривать:

- использование экономного режима работы электротехники;
- использовать энергосберегающие лампы для освещения помещений;
- устанавливать режим освещения, соответствующий времени года;
- правильно утилизировать отходы (компьютерный лом, газоразрядные лампы, бумага и др.);
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- использовать малотоксичные материалы при производстве компьютерной техники.

Если придерживаться мер для снижения негативного влияния на окружающую среду, можно значительно снизить ущерб, наносимый природе в процессе эксплуатации и утилизации компьютеров и сопутствующей рабочему процессу технике, согласно федеральному закону «Об отходах производства и потребления» [25].

11.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

11.6.1. Перечень вероятных ЧС, которые могут возникнуть при работе в помещении офиса

Так как работа программиста не связана со взрывоопасными, радиоактивными или химическими веществами, а офисное помещение имеет категорию В, чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть – ЧС техногенного характера – пожар, произошедший в результате нарушения правил пожарной безопасности или в результате электрического замыкания.

11.6.2. Способы защиты от пожара и ликвидации последствий

Согласно Федеральному закону от 22.07.2013 г. №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», для того чтобы избежать возникновения пожара, необходимо предпринимать следующие меры:

- проводить инструктажи по пожарной безопасности;
- проводить учебные тревоги, чтобы сотрудники смогли сориентироваться в случае возникновения пожара;
- обеспечить наличие плана-эвакуации для каждого из помещений;
- обеспечить наличие огнетушителей или других средств для тушения пожара;
- обеспечить помещения пожарной сигнализацией (например, адресная-опросная или адресно-аналоговая);
- соблюдать правила пожарной безопасности при установке различных электроприборов в помещении, а также при его планировке;
- проходить проверку пожарной инспекцией согласно существующему графику [26].

В случае возникновения пожара, необходимо следовать следующим инструкциям:

- сообщить в пожарную службу охраны;
- дать сигнал тревоги в ручном режиме для эвакуации людей, если автоматическая пожарная сигнализация еще не сработала;
- оценить обстановку, убедиться в наличии опасности и определить, откуда она исходит.

Если после оценки ситуации сделан вывод о том, что пожар не представляет большой опасности, находится на начальной стадии и его можно потушить самостоятельно, то можно воспользоваться огнетушителем. Однако это допустимо только в том случае, если пожарная охрана уже оповещена о случившемся возгорании.

Если потушить пожар самостоятельно не получается, то необходимо:

- немедленно покинуть помещение;
- идти в сторону, противоположную пожару;
- двигаться в сторону не задымленной лестничной клетки или к выходу.

11.7. Выводы по разделу

В данном разделе дипломной работы были изложены требования к режиму труда и отдыха и рабочему месту сотрудника.

Основными вредными факторами являются повышенное значение напряжения в электрической цепи, превышение уровня шума, влияние электромагнитных излучений, отклонение от показаний микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны. Соблюдение условий, позволяющих минимизировать опасные и вредные факторы, приведенные выше, позволит сохранить хорошую работоспособность в течение всего рабочего дня, повысит как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда.

При анализе экологической безопасности было выявлено, что основной проблемой является переработка отходов. Для минимизации влияния необходимо следовать правилам утилизации отходов отработавшего оборудования.

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями являются пожары, которые могут быть вызваны какой-либо неисправностью ПК. При возникновении пожара необходимо руководствоваться рекомендациями по предотвращению ЧС.

12. Заключение

Список использованных источников и литературы

1. Сахарный диабет: диагностика и лечение [Электронный ресурс]/ URL: https://citilab.ru/articles/diagnostika_diabet/ (дата обращения 20.05.2021)
2. Когнитивные нарушения [Электронный ресурс]/ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Когнитивные_нарушения (Дата обращения 25.04.2021 г.)
3. Когнитивные (умственные) функции мозга [Электронный ресурс]/ URL: https://medcollege.bsu.edu.ru/web/diplom_stepanov/ (Дата обращения 5.05.2021 г.)
4. 14 ноября Всемирный день борьбы с сахарным диабетом [Электронный ресурс]/ URL: <https://poliklinika-upfilial.gkb13.ru/14-noyabrya-vsemirnyj-den-borby-s-saharnym-diabetom/#:~:text=И%20уже%20по%20сравнению%20с,1%20млн%20заболеваний%20сахарного%20диабета.> (Дата обращения 13.05.2021 г.)
5. Keras: документация [Электронный ресурс]/ URL: <https://keras.io> (21.05.2021)
6. Figma: веб сервис для создания макетов [Электронный ресурс]/ URL: <https://www.figma.com> (Дата обращения 18.05.2021)
7. Введение в архитектуры нейронных сетей [Электронный ресурс]/ URL: <https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/340184/> (Дата обращения 28.12.2020)
8. Методы тонкой настройки нейросети. Keras [Электронный ресурс]/ URL: <https://линуксблог.рф/metody-tonkoj-nastrojki-nejroseti-keras/> (Дата обращения 23.03.2021)
9. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. От 30.12.2015). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/
10. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно- вычислительным машинам и организации работы».

11. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
12. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
14. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
15. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
16. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
17. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления»
18. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
19. Graham N.L., Emery T., Hodges J.R. Distinctive cognitive profiles in Alzheimer's disease and subcortical vascular dementia. J. Neurol. Neurosurg. Psichiatry, 2004; 75 (1): 61-71.
20. Diamond P.T. Rehabilitative management of post-stroke visuospatial inattention. Disabil. Rehab. 2001; 23 (10): 407-412.
21. Захаров В.В., Яхно Н.Н. Нарушения памяти. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2003. – 160 с.
22. Zeilig H. Dementia as a cultural metaphor. Gerontologist, 2014; 54: 258-267.
23. World Health Organization and Alzheimer's Disease International. Dementia: a public health priority [online]. – 2012. Available at: who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en. Accessed July 18, 2013. World Alzheimer's Report. London: Alzheimer's Disease International, 2009.
24. Rocca W.A., Petersen R.C., Knopman D.S., et al. Trends in the incidence and prevalence of Alzheimer's disease, dementia, and cognitive impairment in the United States. Alzheimers Dement. 2011; 7: 80-93.

25. Qiu C., von Strauss E., Backman L., Winblad B., Fratigioni L. Twenty-year changes in dementia occurrence suggest decreasing incidence in central Stockholm, Sweden. *Neurology*, 2013; 80: 1888-1894.
26. Lobo A., Saz P., Marcos G., et al. Prevalence of dementia in a southern European population in two different time periods: the ZARADEMP Project. *Acta Psychiatr. Scand.* 2007; 116: 299-307.
27. Matthews F.E., Arthur A., Barnes L.E., et al. A two-decade comparison of prevalence of dementia in individuals aged 65 years and older from three geographical areas of England: results of the Cognitive Function and Ageing Study I and II. *Lancet*, 2013; 382: 1405-1412.
28. Kosteniuk J.G., Morgan D.G., O'Connell M.E., et al. Simultaneous temporal: trends in dementia incidence and prevalence, 2005-2013: a population-based;
29. Li S., Yan F., Li G., et al. Is the dementia rate increasing in Beijing? Prevalence and incidence of dementia 10 years later in an urban elderly population. *Acta Psychiatr. Scand.* 2007; 115: 73-79.
30. Alzheimer's Association. 2015 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimers Demen.* 2015; 11: 332-384.
31. Hurd M.D., Martorell P., Langa K.M. Monetary costs of dementia in the United States. *N. Engl. J. Med.* 2013; 369: 489-90.
32. Kamiya M., Sakurai T., Ogama N., et al. Factors associated with increased caregivers' burden in several cognitive stages of Alzheimer's disease. *Geriatr. Gerontol. Int.* 2014; 14: 45-55.
33. Alzheimer's Association. Alzheimer's Research Funding on Path for Additional \$400 Million Increase. 2016. Available at: alz.org/news_and_events_alz_funding_on_path_for_additional_400_million.asp. Accessed July 21, 2016.

Приложение А

Cognitive Dysfunction and Diabetes Mellitus

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Коригов И.М.		30.05.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученная степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ ИШИТР	Гергет О.М.	д.т.н.		30.05.2021

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученная степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИЯ ШБИП	Степура С.Н.	к.фил.н.		31.05.2021

Cognitive Dysfunction

In the last few decades of the 20th century, interest in the problem of cognitive impairment has increased. The urgency of the problem is due, on the one hand, to the disclosure of new pathogenetic mechanisms of decreased cognitive functions and the development on this basis of approaches to the restoration of brain neurons, on the other hand, an increase in the proportion of elderly and senile people and a sharp increase in the survival rate of patients with myocardial infarction and stroke [1-3]. By cognitive functions it is customary to understand the most complex functions of the brain, with the help of which the process of rational cognition of the world and interaction with it is carried out. In recent years, most researchers have used the term "neurocognitive impairment", emphasizing the importance of the brain in their development. Cognitive functions include: perception (gnosis) - the ability to recognize information from the senses; memory - the ability to capture, save and, at the right time, reproduce the acquired information; praxis - the ability to plan and carry out complex motor acts; speech - the ability to understand and express thoughts using words; thinking (intelligence) - the ability to analyze information, identify similarities and differences, make judgments and conclusions; attention - the ability to maintain an optimal level of mental activity for mental activity. Cognitive impairment can be of varying severity: mild, moderate, severe (dementia).

1. Light degree. Minimal cognitive deficit: a person is fully oriented, performs well psychodiagnostic tests that determine the state of working memory, controls his behavior and emotions, easily performs two-, three-syllable instructions, but at the same time he has a certain decrease in concentration of attention, mental performance, memorization of new material ...
2. Moderate degree. The patient is periodically confused in time and space; there is a moderate decrease in , main memory; it makes mistakes when executing two-syllable instructions.

3. Severe degree (dementia): marked by varying degrees of impairment of memory and intelligence, combined with varying degrees of social maladjustment.

The most severe form of cognitive dysfunction is dementia. Dementia is a syndrome, usually chronic or progressive, in which there is a degradation of cognitive function (that is, the ability to think) to a greater extent than is expected with normal aging. There is a degradation of memory, thinking, understanding, speech and the ability to navigate, count, cognize and reason. Dementia does not affect consciousness. Impairment of cognitive function is often accompanied, and sometimes preceded by, deterioration in control over the emotional state, as well as degradation of social behavior or motivation. In recent decades, interest in dementia has increased significantly, due to a significant increase in the number of patients with this pathology, which is currently replacing cancer in terms of the socio-economic burden [4]. There are 35.6 million people with dementia in the world today. Every year 7.7 million people develop this disease for the first time [5-9]. According to population studies conducted in European countries, dementia affects approximately 5% of the population under the age of 65 and 25% of the population under the age of 85 [10, 11]. In the United States in 2015, according to statistics, one in nine Americans aged 65 and older suffered from Alzheimer's disease, and one in three deceased elderly people had signs of dementia [12]. In general, in the United States, 14.7% of people over the age of 70 suffer from dementia [12]. In Ukraine, according to the official statistics of the Ministry of Health, in 2016 more than 20 thousand patients with various forms of dementia were registered. However, this is only the tip of the iceberg. Most elderly people in our country who suffer from various forms of dementia do not seek medical help and are left alone with their illness or with their loved ones. Experts from the World Health Organization (WHO) estimate that the number of patients with dementia will triple by 2050 and reach 115.4 million. 70% of this amount will be residents of developing countries [5, 6]. Dementia imposes a heavy economic burden on society. In the United States alone,

from 150 to 215 billion dollars are spent annually on the treatment and rehabilitation of patients with dementia, which is 1% of the gross domestic product [13]. This is more than for the treatment of heart disease or cancer. The cost of treatment and care for one patient in the United States ranges from 18.5 to 27 thousand dollars per year [14]. The importance of this problem is evidenced by the fact that in January 2011 the European Parliament approved the European Dementia Initiative. For research on dementia, the European Union has allocated 159 million euros, and the US National Institute of Health - 480 million dollars. In 2017, the United States has allocated about \$ 1 billion for research on dementia [15].

Various illnesses and injuries lead to the development of dementia, which primarily or secondarily cause brain damage, such as Alzheimer's disease or stroke.

Dementia is one of the leading causes of disability and addiction among older people worldwide. It can have a profound impact not only on those affected, but also on their families and caregivers. There is often a lack of awareness and understanding of dementia, resulting in stigmatization and barriers to diagnosis and care. The impact of dementia on carers, families and society at large can be physical, psychological, social and economic.

Reasons

Old age is the main cause of cognitive dysfunction disorders. The results of large-scale epidemiological studies have shown that the majority of elderly people (3/4) complain of decreased memory, attention and other higher mental functions. The prevalence of cognitive impairment increases with the age of patients, which is due to changes in the brain, which naturally develop with aging. So, for each year after 50 years, the number of neurons, their dendrites, synapses, receptors decreases, and there is also a loss of glial elements. As a result, there is a decrease in the volume of the brain (primarily the frontal, temporal lobe, deep regions), a decrease in the level of metabolism and cerebral perfusion. With age, the content of the main neurotransmitters (dopamine, norepinephrine, acetylcholine), which play an important role in the preservation of cognitive functions, decreases in the brain. Thus, normal aging is accompanied by cognitive decline. Age-related changes in

cognitive dysfunction are characterized by a decrease in the speed of reaction (bradifrenia), difficulty in concentrating attention for a long time (fatigue), a decrease in working memory (learning difficulties), difficulty in changing the action program (intellectual "rigidity"), gradual development of cognitive impairment, impairment in at least one of the domains (memory, attention, thinking, speech, visual-spatial functions).

However, if cognitive impairment in old age progressively and rapidly deteriorate and reach a degree of moderate or pronounced decrease, then it is necessary to look for another reason, namely the presence of neurological or somatic pathology that can cause cognitive impairment, or severe psychiatric disorders in the form of depression, anxiety, delirium. Since cognitive functions are associated with the integrative work of the brain as a whole, cognitive impairment naturally develops in a wide variety of focal and diffuse brain lesions.

The most frequent neurological diseases that are accompanied by cognitive impairment are vascular diseases of the brain (cerebral stroke-MI, chronic cerebral ischemia), multiple sclerosis, Parkinson's disease, Huntington's chorea, Konovalov-Wilson's disease, multisystem degeneration, epilepsy, traumatic brain injury, alcoholic encephalopathy, etc. Often the cause of cognitive impairment can be somatic pathology (endocrine pathology, chronic renal or hepatic failure). Long-term pain syndromes, anxiety, depressive disorders, stress from hospitalization, especially with pathological attitudes, maladjustment with low adaptive capabilities, overwork, uncomfortable environment in the hospital can also lead to the development of cognitive impairment.

A number of drugs, such as sedatives and hypnotics (benzodiazepine derivatives, barbiturates), analgesics, psychotropic, cardiac (cardiac glycosides, antihypertensives – β -blockers), anticancer drugs, anticonvulsants, anticholinergics, antiparkinsonian drugs, corticosteroids up to before dementia.

In some cases, cognitive dysfunctions act as an independent disease, but they are often included in the structure of other ailments.

The decrease in cognitive functions can be temporary (reversible) or persistent (chronic). Such cognitive dysfunctions include disorders arising against the background of dysmetabolic processes (hypothyroidism, deficiency of vitamin B12 and folic acid, hepatic, renal failure, chronic hypoxia, alcohol abuse, psychoactive drugs, etc.), normotensive hydrocephalus, anxiety-depressive disorders. Considering a significant number of diseases that are accompanied by cognitive dysfunction, the problem of cognitive impairment is not only in the sphere of interests of neurologists, psychiatrists, but also in the field of activity of cardiologists, therapists, and family doctors.

Cognitive Dysfunction in Patients with Diabetes

The world population is ageing, and the incidence of neurodegenerative diseases associated with age is increasing. Diabetes mellitus (diabetes) has been associated with cognitive changes and an increased risk of vascular dementia and Alzheimer's disease. The number of people diagnosed with diabetes worldwide is approximately 422 million individuals. Cognitive dysfunction in individuals with diabetes can result from interactions between inherent metabolic abnormalities, such as hyperglycaemia, hyperinsulinaemia, and micro- and macrovascular complications, in addition to hypertension, dyslipidaemia, depression and obesity. The precise mechanisms involved in degenerative diseases in patients with diabetes are unknown and not fully understood; thus, they are considered quite complex and dynamic.

Some studies show a worse performance in cognitive tests among patients with diabetes than among individuals without diabetes, with deficits in several domains, especially executive function, memory, psychomotor speed and attention. A systematic review that included case-control and population-based studies showed that the risk of overall cognitive dysfunction was increased in people with diabetes in five of seven cohorts. In addition, the association of decreased cognitive performance in one or more domains in was reported in 13 of the 20 cross-sectional studies and in five of the seven longitudinal studies included in this review. According to Berg *et al.*, the association between diabetes and cognition differed

among the domains; the processing speed was significantly affected in 63% of the studies; attention, in 50%; memory, in 44%; cognitive flexibility, in 38%; one language, 33% and general intelligence in 31%. These functions are particularly relevant because they involve behaviours such as problem solving, judgement, and changing habits. All these functions are important in prescribing complex tasks, such as aligning the insulin dose with the carbohydrate content, predicting the impact of physical activity on blood glucose, or even recognizing and treating hypoglycaemia and hyperglycaemia appropriately.

Type 1 diabetes

Cognitive dysfunction in patients with diabetes mellitus was first noted in 1922, when patients with diabetes, who were “free from acidosis but usually not sugar free,” were noted to have impaired memory and attention on cognitive testing compared with controls. Since then, there have been many studies designed to better delineate the scope and magnitude of cognitive dysfunction in diabetes. The most common cognitive deficits identified in patients with type 1 diabetes are slowing of information processing speed and worsening psychomotor efficiency. However, other deficits have been noted, including deficits in motor speed, vocabulary , general intelligence, visuoconstruction attention , somatosensory examination, motor strength , memory , and executive function . Glycemic control appears to play a role in cognitive performance in patients with type 1 diabetes. Functions such as psychomotor efficiency, motor speed , attention, verbal IQ scores , memory, and academic achievement are improved with better glycemic control. Specifically, an 18-yr follow-up of the Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) showed that those patients with type 1 diabetes mellitus with a time weighted mean glycated hemoglobin (HbA1c) less than 7.4% performed significantly better on tests of motor speed and psychomotor efficiency than those subjects whose time weighted mean HbA1c was greater than 8.8. In addition, slowing of all cognitive function, an increased number of mental subtraction errors, loss of inhibition and focus, impaired speed of information processing, decreased attention, and impaired working memory

have all been noted during acute hyperglycemia in patients with type 1 and type 2 diabetes.

Summary of cognitive domains that have been found to be negatively affected by type 1 diabetes mellitus

Slowing of information processing

- Psychomotor efficiency
- Attention
- Memory
- Learning
- Problem solving
- Vocabulary
- General intelligence
- Visuoconstruction
- Visual perception
- Somatosensory examination
- Motor strength
- Mental flexibility
- Executive function

Type 2 diabetes

Patients with type 2 diabetes mellitus have also been found to have cognitive impairment. Type 2 diabetes has been associated with decreases in psychomotor speed, frontal lobe/executive function, verbal memory, processing speed, complex motor functioning, working memory, immediate recall, delayed recall, verbal fluency, visual retention, and attention. The impact of these subtle neurocognitive deficits on the daily lives of patients with type 2 diabetes is not clear. Sinclair *et al.* found that subjects with mini-mental status exam scores less than 23 fared worse on measures of self care and ability to perform activities of daily living. These subjects also displayed an increased need for personal care and increased rates of hospitalization when compared with controls. Patients with diabetes also have been

found to have slower walking speed, lack of balance, and increased falls associated with type 2 diabetes, but whether the cerebral affects of diabetes contributed to these abnormalities is debatable. Complicating the impact of mild neurocognitive dysfunction secondary to diabetes on daily living is the observation that patients with diabetes are twice as likely to have depression, which will also negatively affect cognitive function and daily activities. Type 2 patients also have an increased incidence of Alzheimer's disease and increased incidence of vascular dementia. Recently, Bruce *et al.* found that 17.5% of elderly patients with type 2 diabetes had moderate to severe deficits in activities of daily living, 11.3% had cognitive impairment, and 14.2% had depression.

Summary of cognitive domains that have found to be negatively affected by type 2 diabetes mellitus:

- Memory – verbal memory, visual retention, working memory, immediate recall, delayed recall
- Psychomotor speed
- Executive function
- Processing speed
- Complex motor function
- Verbal fluency
- Attention
- Depression

Summary

Clearly, much research has been done on cognitive dysfunction in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus. Although results are not consistent and many different deficits have been identified, some conclusions can be drawn. In patients with type 1 diabetes mellitus, deficits in speed of information processing, psychomotor efficiency, attention, mental flexibility, and visual perception seem to be present, whereas in patients with type 2 diabetes, an increase in memory deficits, a reduction in psychomotor speed, and reduced frontal lobe/executive function have

been identified. Severe hypoglycemic episodes may contribute to cognitive dysfunction in the young; however, as patients age episodes seem to have less of an influence. Finally, improved diabetes control and decreased diabetic complications seem to be associated with less cognitive dysfunction, although this association is clearer in patients with type 2 diabetes than with type 1 diabetes.